

TUGAS AKHIR - KS 141501

**PENERAPAN METODE *BACKPROPAGATION*  
NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN HARGA  
BAJA DUNIA**

***APPLICATION OF BACKPROPAGATION NEURAL  
NETWORK FOR FORECASTING GLOBAL STEEL  
PRICES***

**RADITYA CHANDRA PRADIPTA**  
NRP 0521 14 40000 141

Dosen Pembimbing  
Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018







**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - KS 141501

# **PENERAPAN METODE *BACKPROPAGATION* NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN HARGA BAJA DUNIA**

**RADITYA CHANDRA PRADIPTA**  
NRP 0521 14 40000 141

Dosen Pembimbing  
Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - KS 141501

# ***APPLICATION OF BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK FOR FORECASTING GLOBAL STEEL PRICES***

RADITYA CHANDRA PRADIPTA  
NRP 0521 14 40000 141

Supervisors  
Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T

INFORMATION SYSTEMS DEPARTMENT  
Faculty of Information Technology and Communication  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



## LEMBAR PENGESAHAN

### **PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN HARGA BAJA DUNIA**

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar sarjana komputer  
pada  
Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Raditya Chandra Pradipta**  
**0521 14 40000 141**

Surabaya, 16 Juli 2018

**Kepala  
Departemen Sistem Informasi**

**Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom**  
**NIP 19650310 199102 1 001**







## **LEMBAR PERSETUJUAN**

### **PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN HARGA BAJA DUNIA**

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh  
gelar sarjana komputer  
pada

Departemen Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:


**Raditya Chandra Pradipta**  
**0521 14 40000 141**

**Disetujui Tim Penguji**


**Tanggal Ujian : 9 Juli 2018**

**Periode Wisuda : September 2018**

**Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T**

  
**(Pembimbing 1)**

**Ahmad Mukhlason, S.Kom, M.Sc, Ph.D**

  
**(Penguji 1)**

**Faizal Mahananto, S.Kom, M.Eng, Ph.D**

  
**(Penguji 2)**





# **PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN HARGA BAJA DUNIA**

**Nama Mahasiswa** : Raditya Chandra Pradipta  
**NRP** : 05211440000141  
**Departemen** : SISTEM INFORMASI FTIK-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T

## **ABSTRAK**

*Industri manufaktur merupakan suatu sektor usaha yang menghasilkan berbagai macam produk dengan mengolah bahan mentah menjadi produk setengah jadi atau produk jadi yang bermanfaat. Dengan adanya industri manufaktur ini akan memberikan banyak manfaat bagi Indonesia khususnya terhadap perekonomian Indonesia. Industri baja di Indonesia merupakan basis dari industri manufaktur di Indonesia yang berbahan baku baja sehingga akan membangun kegiatan industri di Indonesia dan secara tidak langsung perkembangan perekonomian Indonesia juga bergantung pada industri manufaktur baja. Namun ketidakstabilan harga baja dunia membuat industri manufaktur baja di Indonesia mengalami kesulitan dalam berkembang. Berdasarkan grafik nilai dari data yang bersumber di website S&P Global Platts, data harga baja dunia dari tahun 2000 hingga tahun 2017 mengalami kenaikan dan penurunan harga. Maka dari itu, diperlukan kegiatan peramalan terhadap harga baja dunia guna membantu pihak manajemen dari perusahaan manufaktur baja dalam menentukan kebijakan perusahaannya.*

*Metode yang akan digunakan dalam melakukan peramalan ini adalah Backpropagation Neural Network. Data yang digunakan adalah data dari tahun 2000 hingga tahun 2017 dengan periode mingguan.*

*Model ANN terbaik yang digunakan memiliki konfigurasi input layer sebanyak 3 neuron, hidden layer sebanyak 7 neuron, dan output layer sebanyak 1 neuron. Sehingga model ANN dapat meramalkan harga baja dunia produk Baja Canai Panas pada periode selanjutnya. Hasil peramalan harga baja dunia produk Baja Canai Panas menggunakan metode ANN memiliki nilai performa MSE 81,2041 dan MAPE 1,4049% yang menunjukkan bahwa model memiliki tingkat keakuratan yang sangat baik.*

***Kata kunci : Peramalan, harga baja dunia, manufaktur, Neural Network, Backpropagation.***

# ***APPLICATION OF BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK FOR FORECASTING GLOBAL STEEL PRICES***

**Name** : Raditya Chandra Pradipta  
**NRP** : 05211440000141  
**Departement** : SISTEM INFORMASI FTIK-ITS  
**Supervisor** : Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T

## **ABSTRACT**

*Manufacturing industry is a business sector that produces various products by processing raw materials into semi-finished products or finished products that useful for people. This manufacturing industry will provide many benefits for Indonesia, especially for the Indonesian economy. Steel industry in Indonesia become basis of all manufacturing industry in Indonesia that made products from steel, so it will raise industrial activity in Indonesia. Indirectly, Indonesian economy development also depends on steel manufacturing industry. But the instability of global steel prices makes steel manufacturing industry in Indonesia difficult to develop. Based on the graph of data sourced from S & P Global Platts website, global steel price from year 2000 to 2017 has increased and decreased at some points. Therefore, it is necessary to do forecasting activities for global steel prices to help management of steel companies make decision about their company's policy.*

*Method that used in this forecasting is Backpropagation Neural Network. The data used from year 2000 to 2017 with a weekly period.*

*The best ANN model has 3 neurons of input layer, 7 neurons of hidden layer and 1 neuron of output layer. So the ANN model can predict the prices of global steel especially Hot Rolled Coil product in the next period. The result of forecasting the prices*



*of global steel especially Hot Rolled Coil product using ANN method has MSE value of 81,2041 and MAPE value of 1,4049% showing that the model has a high level of accuracy.*

***Keywords : Forecasting, global steel prices, manufacturer, Neural Network, Backpropagation.***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, berkat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PENERAPAN METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN HARGA BAJA DUNIA”** yang merupakan salah satu syarat untuk kelulusan pada Departemen Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis merasakan banyak pihak yang telah membantu dan memberikan saran selama melaksanakan Tugas Akhir ini. Maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia yang telah memberikan kemudahan, kelancaran serta kesehatan selama pengerjaan Tugas Akhir di Departemen Sistem Informasi ITS.
2. Kedua orang tua, kedua adik kandung, bude Ririe, eyang putri Nies dan keluarga yang selalu mendoakan kelancaran dan kesuksesan serta mendukung dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan saran, arahan dan bimbingan selama pengerjaan Tugas Akhir hingga penyusunan laporan.
4. Bapak Ahmad Mukhlason, S.Kom, M.Sc, Ph.D dan Bapak Faisal Mahananto, S.Kom, M.Eng, Ph.D selaku dosen penguji yang selalu memberikan saran dan masukan selama Tugas Akhir ini.
5. Bapak Nisfu Asrul Sani, M.Sc selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan motivasi, nasihat, dukungan dan saran selama penulis menempuh pendidikan S1 di Departemen Sistem Informasi ITS.

6. Untuk sahabat-sahabatku grup kumpul PHP NGENG yang selalu memberikan semangat dan motivasi selama kuliah dan pengerjaan Tugas Akhir serta hiburan dikala penulis suntuk.
7. Teman-teman OSIRIS dan semua pihak yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir.
8. Seluruh dosen pengajar, staff dan karyawan di Departemen Sistem Informasi FTIK ITS Surabaya yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama ini.
9. Serta semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang belum mampu penulis sebutkan satu persatu.

Terima kasih atas segala bantuan, dukungan, serta doa yang diberikan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rezeki, kesehatan, keselamatan, dan karunia-Nya.

Penulis pun menyadari dan ingin memohon maaf karena Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis bersedia untuk menerima kritik dan saran terkait dengan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Surabaya, 09 Juli 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	5
1.6 Relevansi .....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Studi Sebelumnya.....	9
2.1 Dasar Teori .....	13
2.2.1. Baja.....	13
2.2.2. Konsep Dasar Peramalan .....	14
2.2.3. <i>Neural Network</i> .....	16
2.2.4. <i>Mean Squared Error (MSE)</i> .....	25
2.2.5. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> ..	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1. Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir .....	27
3.2. Uraian Metodologi .....	28
3.2.1. Inisialisasi Penelitian .....	29
3.2.1.1. Identifikasi Masalah .....	29
3.2.1.2. Studi Literatur .....	29
3.2.2. Persiapan Data .....	30
3.2.3. Pengembangan Model .....	30
3.2.3.1. Penentuan Parameter yang Digunakan Pada Penelitian .....	31
3.2.3.2. Pembuatan Model ANN .....	31
3.2.4. Peramalan .....	31

3.2.5. Evaluasi Hasil Akhir.....	33
3.2.6. Dokumentasi .....	33
BAB IV PERANCANGAN .....	35
4.1 Persiapan Data .....	35
4.2 Perancangan Model <i>Neural Network</i> .....	35
4.2.1 Pembagian Data .....	35
4.2.2 Model <i>Neural Network</i> .....	36
4.2.3 Penetapan Variabel <i>Input Layer</i> .....	36
4.2.4 Penetapan Variabel <i>Output Layer</i> .....	37
4.2.5 Penetapan Variabel <i>Hidden Layer</i> .....	38
4.2.6 Penetapan Parameter.....	38
4.2.7 Proses <i>Training Data</i> .....	41
4.2.8 Proses <i>Testing Data</i> .....	41
4.2.9 Peramalan Data .....	41
4.3 Skenario Pemrosesan Data .....	41
4.3.1 Skenario Model <i>Neural Network 1 Neuron Input Layer</i> .....	41
4.3.2 Skenario Model <i>Neural Network 2 Neuron Input Layer</i> .....	43
4.3.3 Skenario Model <i>Neural Network 3 Neuron Input Layer</i> .....	44
4.3.4 Skenario Model <i>Neural Network 4 Neuron Input Layer</i> .....	45
4.3.5 Skenario Model <i>Neural Network 5 Neuron Input Layer</i> .....	47
4.3.6 Skenario Model <i>Neural Network 6 Neuron Input Layer</i> .....	48
4.3.7 Skenario Model <i>Neural Network 7 Neuron Input Layer</i> .....	49
4.3.8 Penyeleksian Hasil Keluaran Model .....	51
4.3.9 Kriteria Pemberhentian Pengubahan <i>Neuron Input Layer</i> .....	51
4.4 Proses Analisa Hasil Output Peramalan .....	52
BAB V IMPLEMENTASI .....	55
5.1 Pemrosesan Data.....	55
5.2 Pemodelan <i>Neural Network</i> .....	56
5.3 Implementasi Model .....	60

5.3.1	Penerapan Struktur Model <i>Neural Network</i> .	60
5.3.2	Proses <i>Training</i> .....	63
5.3.3	Proses <i>Testing</i> .....	64
5.3.4	Uji Performa .....	65
5.3.5	Penyimpanan Hasil <i>Output</i> .....	66
5.3.6	Otomasi Iterasi Proses <i>Neural Network</i> .....	69
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....		71
6.1	Hasil Model <i>Neural Network</i> .....	71
6.1.1	Model <i>Neural Network</i> dengan Jumlah <i>Neuron Input</i> 1 .....	71
6.1.2	Model <i>Neural Network</i> dengan Jumlah <i>Neuron Input</i> 2.....	73
6.1.3	Model <i>Neural Network</i> dengan Jumlah <i>Neuron Input</i> 3.....	75
6.1.4	Model <i>Neural Network</i> dengan Jumlah <i>Neuron Input</i> 4.....	76
6.1.5	Model <i>Neural Network</i> dengan Jumlah <i>Neuron Input</i> 5.....	78
6.1.6	Model <i>Neural Network</i> dengan Jumlah <i>Neuron Input</i> 6.....	80
6.1.7	Model <i>Neural Network</i> dengan Jumlah <i>Neuron Input</i> 7.....	82
6.2	Kesimpulan Hasil Model <i>Neural Network</i> .....	84
6.3	Hasil Proses <i>Testing</i> .....	88
6.4	Hasil Peramalan Kedepan .....	89
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....		91
7.1	Kesimpulan.....	91
7.2	Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA		
BIODATA PENULIS		
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perkembangan Harga Baja Dunia HRC tahun 2000-2017 .....	3
Gambar 2.1 Struktur Neural Network [12] .....	17
Gambar 2.2 Fungsi Identitas / Linear.....	19
Gambar 2.3 Fungsi Sigmoid Biner.....	20
Gambar 2.4 Fungsi Sigmoid Bipolar.....	20
Gambar 2.5 Arsitektur Backpropagation [14].....	22
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian Tugas Akhir .....	28
Gambar 4.1 Grafik Performa MSE Model .....	52
Gambar 5.1 Grafik Data Training .....	55
Gambar 5.2 Grafik Data Testing .....	56
Gambar 5.1 Model Neural Network 2 Neuron Input Layer dengan n Neuron Hidden Layer .....	58
Gambar 5.2 Model Neural Network 2 Neuron Input Layer dengan n+1 Neuron Hidden Layer.....	59
Gambar 5.3 Model Neural Network 2 Neuron Input Layer dengan 3n Neuron Hidden Layer .....	59
Gambar 6.1 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 1 .....	73
Gambar 6.2 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 2. ....	74
Gambar 6.3 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 3 .....	76
Gambar 6.4 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 4. ....	78
Gambar 6.5 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 5 .....	80
Gambar 6.6 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 6. ....	82
Gambar 6.7 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 7. ....	84
Gambar 6.8 Grafik Perbandingan Nilai MSE .....	85
Gambar 6.9 Model 3 – 7 – 1 Neural Network.....	87

Gambar 6.10 Perbandingan Data Aktual dengan Hasil  
Peramalan .....88  
Gambar 6.11 Peramalan Satu Tahun Kedepan .....89

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya 1 .....	9
Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya 2 .....	10
Tabel 2.3 Penelitian Sebelumnya 3 .....	12
Tabel 2.4 Interpretasi Keakuratan MAPE .....	26
Tabel 4.1 Data Input dan Output pada 1 Neuron Input Layer .....	37
Tabel 4.2 Data Input dan Output pada 2 Neuron Input Layer .....	37
Tabel 4.3 Data Input dan Output pada 3 Neuron Input Layer .....	38
Tabel 4.4 Rancangan Model ANN .....	40
Tabel 4.5 Periode Data Input dan Output 1 Neuron Input Layer .....	42
Tabel 4.6 Data Input dan Output 1 Neuron Input Layer .....	42
Tabel 4.7 Periode Data Input dan Output 2 Neuron Input Layer .....	43
Tabel 4.8 Data Input dan Output 2 Neuron Input Layer .....	43
Tabel 4.9 Periode Data Input dan Output 3 Neuron Input Layer .....	44
Tabel 4.10 Data Input dan Output 3 Neuron Input Layer .....	44
Tabel 4.11 Periode Data Input dan Output 4 Neuron Input Layer .....	45
Tabel 4.12 Data Input dan Output 4 Neuron Input Layer .....	46
Tabel 4.13 Periode Data Input dan Output 5 Neuron Input Layer .....	47
Tabel 4.14 Data Input dan Output 5 Neuron Input Layer .....	47
Tabel 4.15 Periode Data Input dan Output 6 Neuron Input Layer .....	48
Tabel 4.16 Data Input dan Output 6 Neuron Input Layer .....	48
Tabel 4.17 Periode Data Input dan Output 7 Neuron Input Layer .....	50
Tabel 4.18 Data Input dan Output 7 Neuron Input Layer .....	50
Tabel 5.1 Penjelasan Script Pengubahan Parameter .....	61

Tabel 5.2 Penjelasan Script Struktur Jaringan Neural Network .....62

Tabel 5.3 Penjelasan Script Training.....64

Tabel 5.4 Penjelasan Script Testing .....65

Tabel 5.5 Penjelasan Script Uji Performa .....65

Tabel 5.6 Penjelasan Script Penyimpanan Hasil Output .....67

Tabel 5.7 Penjelasan Script Fungsi Nested Looping.....69

Tabel 6.1 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 1.....72

Tabel 6.2 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 2.....74

Tabel 6.3 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 3.....75

Tabel 6.4 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 4.....77

Tabel 6.5 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 5.....79

Tabel 6.6 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 6.....81

Tabel 6.7 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 7.....83

Tabel 6.8 Hasil Kandidat Model Neural Network Terbaik ....84

Tabel 6.9 Hasil Parameter Optimal Harga Baja Dunia .....86

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

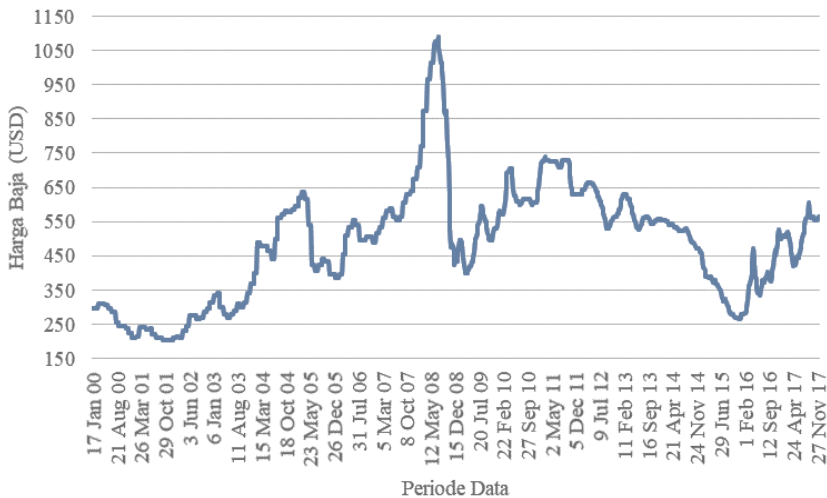
Pada bab ini akan dijelaskan proses identifikasi penelitian yang meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir dan relevansinya terhadap pengerjaan tugas akhir. Harapannya, gambaran umum dari permasalahan beserta penyelesaiannya pada tugas akhir ini dapat dipahami.

### **1.1. Latar Belakang**

Industri pengolahan atau manufaktur merupakan suatu sektor usaha yang menghasilkan berbagai macam produk dengan mengolah bahan mentah menjadi produk setengah jadi atau produk jadi yang bermanfaat. Sektor industri pengolahan atau manufaktur merupakan salah satu sektor yang berperan penting dalam hal pembangunan perekonomian di Indonesia. Pada periode triwulan III ditahun 2012, pertumbuhan perekonomian nasional Indonesia tumbuh sebesar 6,2% (yoy) dengan perincian sektor industri pengolahan menyumbang pertumbuhan sebesar 1,62%, sektor perdagangan, hotel dan restoran sebesar 1,22%, sektor pengangkutan dan komunikasi sebesar 1,02% dan sektor-sektor lainnya sebesar dibawah 1%. [1] Hal ini membuktikan bahwa sektor industri pengolahan atau manufaktur berkontribusi besar dalam pembangunan perekonomian Indonesia. Dari sekian banyak industri manufaktur di Indonesia baik migas maupun non-migas, industri baja merupakan industri yang berperan penting dalam pengembangan industri-industri andalan lainnya di Indonesia seperti industri mesin, industri otomotif, industri elektronika dan lain-lain yang secara tidak langsung akan berkontribusi bagi perekonomian Indonesia. Berdasarkan Peraturan Presiden (Perpres) Republik Indonesia Nomor 28 tahun 2008 tentang Kebijakan Industri Nasional menyebutkan bahwa industri baja merupakan basis dari industri manufaktur. [2]

Industri baja di Indonesia memiliki 2 keunggulan utama dibandingkan industri baja lain yang ada pada kawasan Asia Tenggara, yaitu struktur produksi dari industri baja Indonesia yang terintegrasi dari hulu ke hilir dan tingkat produksi baja di Indonesia merupakan peringkat kedua terbesar di Asia Tenggara sehingga membuat industri baja di Indonesia menjadi tujuan favorit bagi beberapa industri manufaktur yang berbahan baku baja. [3] Hasil produksi industri baja Indonesia sendiri tidak hanya untuk konsumsi dalam negeri, namun juga untuk keperluan ekspor ke beberapa negara tujuan. Adapun pangsa pasar ekspor besi dan baja Indonesia berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik tahun 2013 adalah Australia (20,63%), Singapura (15,27%), Malaysia (10,02%), Jepang (7,52%), Belanda (5,33%), Amerika Serikat (4,51%), Korea Selatan (4,37%), Thailand (3,93%), India (2,41%), Taiwan (1,64%) dan lain-lain (24,37%). [4] Tentunya dengan adanya hal ini, kegiatan produksi baja di Indonesia diharapkan dijalankan secara efektif dan efisien agar kesempatan yang ada tidak sia-sia.

Namun dalam perjalanannya, industri baja di Indonesia seolah-olah terombang-ambing dalam berkembang. Dari beberapa masalah yang ada, masalah yang dominan adalah harga baja dunia yang fluktuatif. Perubahan harga baja dunia yang fluktuatif ini menyebabkan pihak manajemen kesulitan dalam menentukan harga jual produknya dan kebijakan yang sesuai bagi pengembangan perusahaan yang dikelolanya. Ambil contoh harga baja dunia dari produk baja berupa Baja Canai Panas (Hot Rolled Coil), berdasarkan data historis dari tahun 2000 hingga 2017 bersumber dari S&P Global Platts diperoleh dari salah satu perusahaan industri baja di Indonesia, terlihat bahwa harga baja dunia jenis ini mengalami kenaikan dan penurunan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Perkembangan Harga Baja Dunia HRC tahun 2000-2017

Peramalan terhadap harga baja dunia ini merupakan salah satu hal yang dapat membantu pihak manajemen perusahaan untuk mengetahui perkiraan harga baja kedepannya sehingga pihak manajemen mendapat kemudahan dalam menentukan kebijakan yang sesuai bagi pengembangan perusahaannya. Maka untuk melakukan peramalan terhadap harga baja dunia ini dibutuhkan metode peramalan yang tepat. Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, metode yang akan digunakan untuk melakukan peramalan adalah metode Backpropagation Neural Network. Pada beberapa studi kasus, penggunaan Neural Network dalam melakukan peramalan terbukti menjadi alat yang efektif karena memiliki beberapa kelebihan. Berdasarkan penelitian [7], metode *Neural Network* terbukti dapat mengatasi data yang fluktuatif dan dapat mengatasi peramalan dengan data *trend* jangka panjang dengan baik. *Neural Network* juga terbukti dapat menghasilkan peramalan dengan keakuratan yang sangat baik seperti yang terlihat pada nilai persentase *error* pada penelitian [8]. Namun perlu diperhatikan pula kelemahan yang terdapat pada metode ini, yaitu hasil dari *Neural Network* bergantung pada kualitas

dan keakuratan data set yang digunakan, membutuhkan data set yang besar agar proses *training* menjadi efisien, membutuhkan waktu lebih saat melakukan proses *training* data dan sulit menjelaskan terhadap hasil yang diperoleh & apa yang terjadi selama proses *Neural Network* berlangsung [5]. Lebih lanjutnya, dengan adanya peramalan ini diharapkan dapat membantu pihak manajemen perusahaan untuk mengetahui harga baja dunia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun model peramalan yang sesuai dengan metode *Backpropagation Neural Network* dalam meramalkan harga baja dunia?
2. Bagaimana hasil dan tingkat akurasi yang dihasilkan dari peramalan harga baja dunia dengan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang digunakan untuk membatasi pengerjaan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga baja dunia produk Baja Canai Panas (*Hot Rolled Coil*) yang bersumber dari situs S&P Global Platts yang diperoleh dari salah satu perusahaan manufaktur baja di Indonesia.
2. Data yang digunakan merupakan data dengan periode mingguan dengan rentang waktu 17 Januari 2000 sampai dengan 4 Desember 2017.
3. Metode yang digunakan dalam melakukan peramalan harga baja dunia ini adalah metode *Backpropagation Neural Network*.
4. Hasil peramalan harga baja dunia selama satu tahun ke depan dengan periode mingguan pada tahun 2018.
5. *Tools* yang dipakai dalam penelitian tugas akhir ini adalah MATLAB.



## 1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun model yang sesuai dengan metode *Backpropagation Neural Network* dalam meramalkan harga baja dunia
2. Mengetahui hasil dan tingkat akurasi yang dihasilkan dari peramalan harga baja dunia dengan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network*

## 1.5 Manfaat

Melalui tugas akhir ini diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Instansi  
Memberikan gambaran bagi perusahaan agar dapat mengetahui dan memantau harga baja dunia khususnya produk Baja Canai Panas (Hot Rolled Coil) untuk beberapa waktu kedepan sehingga manajemen perusahaan dapat melakukan perencanaan produksi berdasarkan informasi yang diperoleh.
2. Bagi Akademis
  - Memberikan kontribusi pengetahuan mengenai penerapan metode *Backpropagation Neural Network* dalam peramalan untuk membantu memprediksi harga baja dunia khususnya pada produk Baja Canai Panas (Hot Rolled Coil).
  - Memberikan referensi penelitian yang mengimplementasikan metode peramalan khususnya metode *Backpropagation Neural Network* sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam penelitian berikutnya.

## 1.6 Relevansi

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini bersifat penyelesaian suatu masalah sehari-hari. Permasalahan yang dimaksud yaitu mengenai harga baja dunia khususnya pada produk Baja Canai Panas (Hot Rolled Coil) yang fluktuatif sehingga diperlukan suatu penelitian yang dapat melakukan prediksi dari harga baja dunia ini yang selanjutnya dapat digunakan untuk membantu manajemen perusahaan manufaktur baja dalam mengambil keputusan yang sesuai. Maka dari itu, penelitian ini dianggap layak untuk dijadikan studi kasus tugas akhir bagi mahasiswa S1 Sistem Informasi.

Tugas akhir ini relevan terhadap salah satu bidang minat yang terdapat pada Departemen Sistem Informasi yaitu pada laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensia Bisnis. Bidang keilmuan yang terdapat pada laboratorium ini yang sesuai dengan penelitian tugas akhir ini yaitu pada Business Analytic dan Intelligent Systems dimana lingkup penelitian pada bidang keilmuan Business Analytic adalah forecasting, sedangkan pada bidang keilmuan Intelligent Systems adalah Neural Network.

Penelitian ini juga memiliki relevansi yang erat kaitannya dengan mata kuliah wajib yang terdapat pada Departemen Sistem Informasi ITS yaitu Statistika, Sistem Cerdas serta mata kuliah pilihan yaitu Teknik Peramalan, dimana mata kuliah ini merupakan mata kuliah pilihan yang hanya ada pada laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensia Bisnis. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah mempunyai relevansi yang sesuai dengan roadmap laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensia Bisnis pada Departemen Sistem Informasi ITS.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Penulisan dari dokumen laporan tugas akhir ini akan disesuaikan dengan format penulisan yang telah ditentukan dan pengerjaan tugas akhir ini terdiri dari tujuh bab penulisan yang mencakup sebagai berikut.

1. Bab 1 Pendahuluan  
Pada bab ini dijelaskan hal penting yang mendasari dari pengerjaan penelitian tugas akhir ini. Dijelaskan pula batasan masalah, tujuan, manfaat dan relevansi dari penelitian tugas akhir ini.
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka  
Pada bab ini dijelaskan penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki permasalahan ataupun topik serupa dan teori-teori yang menunjang dalam penelitian tugas akhir ini.
3. Bab 3 Metodologi  
Pada bab ini dijelaskan mengenai langkah-langkah yang harus dikerjakan pada penelitian tugas akhir ini.
4. Bab 4 Perancangan  
Pada bab ini dijelaskan mengenai rancangan penelitian yang akan digunakan untuk implementasi dari metode yang digunakan.
5. Bab 5 Implementasi  
Pada bab ini dijelaskan mengenai hal-hal yang dilakukan dalam mengerjakan penelitian tugas akhir ini sesuai metode yang digunakan.
6. Bab 6 Hasil dan Pembahasan  
Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil yang diperoleh dari pengerjaan penelitian tugas akhir ini dan tentang analisa dari hasil tersebut.

## 7. Bab 7 Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan pengerjaan tugas akhir dan saran untuk penyempurnaan penelitian kedepannya.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan pengerjaan tugas akhir dan dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan atau landasan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

#### **2.1 Studi Sebelumnya**

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, terdapat beberapa penelitian terkait tugas akhir yang telah dirangkum. Referensi penelitian sebelumnya ini dipilih atas dasar kesamaan topik dan metode yang digunakan pada tugas akhir. Penjelasan singkat dari penelitian yang ada sebelumnya tersaji pada Tabel 2.1 hingga Tabel 2.3 dibawah ini..

*Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya 1*

Judul Penelitian	<b>An Application of Fuzzy Time Series: A Long Range Forecasting Method in the Global Steel Price Index Forecast [6]</b>
Nama Peneliti	Ming-Tao Chou
Tahun Penelitian	2012
Deskripsi Umum Penelitian	Penelitian ini membahas tentang peramalan dari nilai index harga baja dunia (yang selanjutnya didefinisikan sebagai CRUspi) menggunakan metode <i>Fuzzy</i> . Data yang digunakan merupakan data dari tahun 1991 hingga 2011 dengan periode tahunan yang diperoleh dari CRU. Penelitian ini dilakukan untuk memprediksi hasil pada tahun 2012. Hasil akhir dari penelitian ini

	menghasilkan nilai peramalan CRUspi tahun 2012 sebesar 211,864 dengan <i>trading range</i> antara 74,577 dan 211,864 serta nilai error untuk peramalan CRUspi ini sebesar 4,4% yang mana keakuratan dari peramalan tersebut tergolong sangat baik.
Relevansi Penelitian	Penelitian yang dilakukan ini menggunakan metode <i>Fuzzy Time Series</i> sedangkan pada penelitian Tugas Akhir menggunakan <i>Backpropagation Neural Network</i> . Objek yang digunakan pada penelitian ini, difokuskan pada nilai indeks harga baja dunia bersumber dari CRU yang selanjutnya disebut dengan CRUspi, sedangkan objek yang menjadi fokus dalam Tugas Akhir ini adalah harga baja dunia khususnya Baja Canai Panas ( <i>Hot Rolled Coil</i> ) yang bersumber dari S&P Global Platts.

Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya 2

Judul Penelitian	<b>Artificial Neural Network Modelling of the River Water Quality – Case Study [7]</b>
Nama Peneliti	Kunwar P. Singh, Ankita Basant, Amrita Malik, Gunja Jain
Tahun Penelitian	2009

<p>Deskripsi Umum Penelitian</p>	<p>Penelitian ini membahas tentang peramalan variable kualitas air dari <i>dissolved oxygen</i> (DO) dan <i>biochemical oxygen demand</i> (BOD) yang terdapat pada air Sungai Gomti menggunakan metode <i>Backpropagation Neural Network</i>. Peramalan yang dilakukan mempertimbangkan 11 variabel kualitas air lain yang mempengaruhinya. Data yang digunakan merupakan data 10 tahun yang memiliki periode bulanan dari 8 situs berbeda. Model yang digunakan untuk peramalan DO memiliki konfigurasi 11-23-1 dan untuk BOD memiliki konfigurasi 11-11-1. Hasil akhir dari penelitian ini menghasilkan nilai RMSE untuk data set <i>training</i>, <i>validation</i> dan <i>test</i> pada DO adalah 1,5; 1,44; 1,23 dan pada BOD adalah 2,25; 1,84; 1,38.</p>
<p>Relevansi Penelitian</p>	<p>Penelitian yang dilakukan sama-sama menggunakan metode <i>Backpropagation Neural Network</i> untuk melakukan peramalan terhadap data yang ada. Namun dalam penelitian ini objek yang difokuskan ialah 2 variabel yang terdapat pada pengukuran kualitas air yaitu DO dan BOD, sedangkan objek yang menjadi fokus dalam Tugas Akhir ini adalah harga baja dunia.</p>

Tabel 2.3 Penelitian Sebelumnya 3

Judul Penelitian	<b>Forecasting Currency Exchange Rates via Feedforward Backpropagation Neural Network [8]</b>
Nama Peneliti	Joseph C. Chen, Naga Hrushikesh R Narala
Tahun Penelitian	2017
Deskripsi Umum Penelitian	Penelitian ini membahas tentang peramalan dari nilai tukar mata uang Rupee India dan Dollar USA menggunakan metode <i>Backpropagation Neural Network</i> . Peramalan yang dilakukan mempertimbangkan 6 variabel lain yang mempengaruhinya Data yang digunakan merupakan data dari Januari 2001 hingga Desember 2015 dengan periode bulanan yang diperoleh dari <a href="http://stats.oecd.org/">http://stats.oecd.org/</a> . Hasil akhir dari penelitian ini menghasilkan nilai MAPE sebesar 2,481% yang mana hasil ini tergolong sangat baik.
Relevansi Penelitian	Penelitian yang dilakukan sama-sama menggunakan metode <i>Backpropagation Neural Network</i> untuk melakukan peramalan terhadap data yang ada. Namun dalam penelitian ini objek yang difokuskan nilai tukar mata uang Rupee dengan Dollar USA, sedangkan objek yang menjadi fokus dalam Tugas Akhir ini adalah harga baja dunia.



## 2.1 Dasar Teori

Pada bagian ini akan dibahas teori yang menjadi dasar acuan untuk mengerjakan tugas akhir ini.

### 2.2.1. Baja

Baja adalah suatu logam campuran dengan komposisi besi sebagai unsur dasar pembentuknya dan karbon sebagai unsur campuran utamanya. Fungsi dari karbon itu sendiri adalah sebagai unsur penguat dan pengeras dari baja. Berdasarkan Achmad Syaiful (dalam Davis, 1982), makin banyak kandungan karbon dalam baja, makin meningkat pula tingkat kekerasan pada baja tersebut namun berdampak pada kelenturan dari baja sehingga mudah rapuh dan sulit untuk dibentuk.

Kebanyakan perusahaan manufaktur baja secara umumnya akan menghasilkan produk akhir baja berbentuk 3 macam, yaitu Baja Canai Panas (*Hot Rolled Coil*), Baja Canai Dingin (*Cold Rolled Coil*) dan Batang Kawat (*Wire Rod*). Nantinya, produk baja ini akan diolah lebih lanjut oleh perusahaan manufaktur yang menggunakan baja sebagai bahan bakunya untuk menghasilkan produk yang dapat digunakan oleh masyarakat. Berikut merupakan penjelasan dari ketiga macam produk akhir baja tersebut.

#### 1. Baja Canai Panas (*Hot Rolled Coil*)

Baja Canai Panas merupakan produk baja yang dihasilkan dari pengolahan produk semi jadi berupa *Slab*. Baja ini dihasilkan melalui proses panas, panas disini maksudnya adalah melalui proses pemanasan *Slab* hingga suhu 1250°C, dipressing dan dilakukan penggulangan lembaran baja tersebut. Baja Canai Panas biasa disebut “Baja Hitam” dikarenakan warna fisiknya yang berwarna abu-abu gelap. Produk ini nantinya akan diaplikasikan lebih lanjut untuk beberapa kepentingan seperti pipa baja, kontainer,

konstruksi badan kapal, tabung gas, konstruksi umum bangunan, dan lain-lain.

### 2. Baja Canai Dingin (*Cold Rolled Coil*)

Baja Canai Dingin merupakan produk baja yang dihasilkan dari pengolahan lebih lanjut Baja Canai Panas. Baja ini dihasilkan melalui proses pengerolan dingin yang berguna untuk mereduksi ketebalan dari baja sehingga menghasilkan baja yang lebih tipis dari Baja Canai Panas. Baja Canai Dingin biasa disebut “Baja Putih” dikarenakan warna fisiknya yang berwarna abu-abu terang/silver. Produk ini nantinya akan diaplikasikan lebih lanjut untuk beberapa kepentingan seperti panel dalam mobil, drum, panci, genteng baja, dan lain-lain.

### 3. Batang Kawat (*Wire Rod*)

Batang Kawat merupakan produk baja yang dihasilkan dari pengolahan produk semi jadi berupa *Billet*. Proses menghasilkan baja ini kurang lebih mirip seperti pada Baja Canai Panas, namun yang membedakannya adalah bentuk akhir dari baja ini adalah batangan, bukan lembaran (*Flat*) seperti Baja Canai Panas. Produk ini nantinya akan diaplikasikan lebih lanjut untuk beberapa kepentingan seperti mur dan baut, kawat dan kabel baja, paku, per, dan lain-lain.

## 2.2.2. Konsep Dasar Peramalan

Menurut Maman A. Djauhari (1986), peramalan adalah menduga atau memprediksi peristiwa yang akan datang atau terjadi di masa depan dan bertujuan untuk memperkecil resiko yang akan mungkin terjadi akibat keputusan yang diambil dengan tidak menghilangkan secara penuh faktor-faktor ketidakpastian yang secara eksplisit diperhitungkan dalam perhitungan. Sedangkan menurut Lalu Sumayang (2003), peramalan adalah perhitungan yang objektif dengan menggunakan data-data masa lalu untuk menentukan sesuatu di

masa yang akan datang. Berdasarkan definisi kedua ahli tersebut, dapat dikatakan bahwa peramalan merupakan suatu kegiatan memprediksi sesuatu di masa depan dengan menggunakan data-data masa lalu yang mana bertujuan untuk memperkecil resiko yang mungkin terjadi.

Pada kehidupan nyata, peramalan (*Forecasting*) atau biasa disebut prediksi sudah sering diimplementasikan di banyak kegiatan yang tidak lain bertujuan untuk membantu usaha dalam proses pengambilan keputusan (*Decision Making*). Dengan adanya peramalan, perusahaan, organisasi bahkan perorangan dapat merencanakan suatu kegiatan dalam rangka merespon peristiwa yang akan terjadi di masa depan agar resiko yang muncul minimal.

#### 2.2.2.1. Jenis-Jenis Peramalan

Terdapat banyak macam jenis peramalan yang ada saat ini bergantung pada aspek yang dilihat. Namun yang umum ada 2 jenis, yaitu peramalan yang dilihat berdasarkan aspek jangka waktunya dan peramalan yang dilihat berdasarkan aspek sifatnya.

Untuk peramalan yang dilihat berdasarkan aspek jangka waktunya, terdapat 3 kategori [9], yaitu sebagai berikut:

1. Peramalan jangka pendek. Dimana peramalan ini memiliki jangka waktu kurang dari 3 bulan
2. Peramalan jangka menengah. Dimana peramalan ini memiliki jangka waktu antara 3 bulan hingga 3 tahun.
3. Peramalan jangka panjang. Dimana peramalan ini memiliki waktu lebih dari 3 tahun.

Untuk peramalan yang dilihat berdasarkan aspek sifatnya, terdapat 2 kategori [9], yaitu sebagai berikut:

1. Peramalan kualitatif. Peramalan ini dilakukan disaat tidak tersedianya data masa lalu sehingga cara

melakukan peramalan adalah menggunakan intuitif atau pengalaman pribadi. Keakuratan hasil dari peramalan ini sangat subjektif dikarenakan bergantung pada individu masing-masing.

2. Peramalan kuantitatif. Peramalan ini dilakukan berdasarkan data masa lalu yang ada pada periode-periode sebelumnya. Terdapat 3 kondisi yang harus dipenuhi apabila akan melakukan peramalan kuantitatif [10], yaitu sebagai berikut:

- Terdapat data/informasi masa lalu.
- Data/informasi masa lalu dikuantifikasikan dalam bentuk angka/numeric.
- Diasumsikan bahwa pola masa lalu akan terus berkelanjutan di masa yang akan datang.

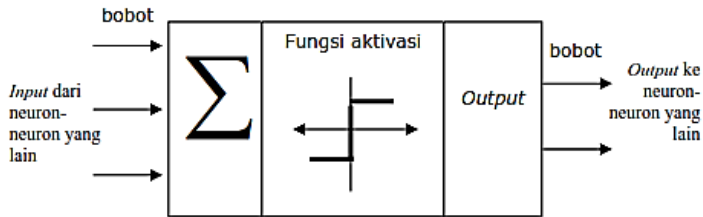
Pada peramalan kuantitatif, tipe dari peramalan dibagi lagi menjadi 2 model [10], yaitu sebagai berikut:

- Model Deret Berkala (*Time Series*). Model ini didasari atas analisa pola keterkaitan variabel yang akan diprediksi terhadap variabel waktu.
- Model Kausal. Model ini didasari atas faktor-faktor yang saling berhubungan dan mempengaruhi (sebab-akibat) dengan variable yang akan diprediksi.

### 2.2.3. *Neural Network*

*Neural Network* adalah sebuah mesin buatan yang dirancang untuk memodelkan suatu metode cara bekerja sebagaimana cara bekerjanya otak manusia dalam menjalankan tugas tertentu [11]. *Neural Network* diciptakan oleh Waffen McCulloh dan Walter Pits pada tahun 1943 dengan memformulasikan model matematis dari sel-sel otak manusia. Metode ini akan memanfaatkan komputer dalam memproses suatu informasi dan mempresentasikan proses pembelajaran pada otak manusia.

*Neural Network* terdiri dari beberapa *neuron* yang saling terhubung satu sama lain dan berfungsi untuk memindahkan informasi yang ingin disampaikan. Informasi tersebut akan tersimpan pada suatu bobot. Berikut merupakan ilustrasi dari struktur *Neural Network* yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur *Neural Network* [12]

*Neural Network* memiliki beberapa kelebihan kemampuan dan properti dalam mengolah informasi [11], yaitu sifatnya yang *nonlinearity*, *input-output mapping*, *adaptive*, *evidential response*, *contextual information*, *fault tolerance*, *VLSI (Very Large Scale Integrated) Implementability*, *Uniformity of Analysis and Design* dan *Neurobiological Analogy*.

#### 2.2.3.1. Arsitektur *Multilayer Neural Network*

Jaringan ini terdiri dari 3 jenis lapisan, yaitu lapisan *input*, lapisan *output* dan lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Jaringan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibanding Jaringan Lapisan Tunggal namun membutuhkan waktu yang lebih lama. Berikut merupakan penjelasan dari ketiga lapisan dari jaringan ini.

##### 1. *Input Layer*

Jumlah dari lapisan jaringan ini adalah sebanyak satu lapis yang mana terdiri dari beberapa jumlah *neuron*. *Neuron* tersebut dimulai dari *neuron input* pertama hingga *neuron input* ke-n. *Input layer* menjelaskan hal-

hal atau sesuatu yang akan melakukan proses pelatihan pada jaringan *Neural Network*.

## 2. *Hidden Layer*

*Hidden layer* merupakan sebuah lapisan yang tersembunyi yang terletak diantara *input layer* dan *output layer*. Jumlah dari lapisan jaringan ini adalah sebanyak satu lapis hingga  $n$  lapis yang mana terdiri dari beberapa jumlah *neuron*. *Neuron* tersebut dimulai dari *neuron hidden* pertama hingga *neuron hidden* ke- $n$ . Dalam menentukan jumlah dari *neuron* pada *hidden layer* ini, terdapat beberapa *best practice* atau *rule of thumb* yang dapat digunakan. Berdasarkan pendapat Haykin (1999), jumlah dari *neuron* pada *hidden layer* yang berkisar antara 2 hingga 9 *neuron* sudah dapat memberikan hasil yang baik dalam suatu jaringan, namun pada dasarnya jumlah *neuron* dari *hidden layer* yang digunakan dapat berjumlah mencapai tak terhingga ( $\sim$ ).

## 3. *Output Layer*

Pada dasarnya, *output layer* hampir memiliki kesamaan dengan *input layer*. Jumlah dari lapisan jaringan ini adalah sebanyak satu lapis yang mana terdiri dari beberapa jumlah *neuron*. *Neuron* tersebut dimulai dari *neuron output* pertama hingga *neuron output* ke- $n$ . Jumlah dari *neuron* pada *output layer* tergantung dari tipe dan performa pada jaringan itu sendiri.

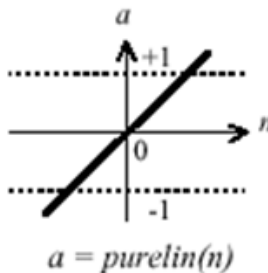
### 2.2.3.2. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi merupakan suatu fungsi yang akan mengubah suatu nilai inputan menjadi suatu nilai outputan tertentu. Pada *Neural Network*, suatu informasi akan dikirimkan menuju *neuron-neuron* melalui *inputan* dengan suatu bobot awal tertentu. Informasi ini akan diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan

menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang datang. Hasil penjumlahan tersebut akan dibandingkan dengan suatu nilai ambang tertentu melalui fungsi aktivasi pada tiap *neuron*. Apabila informasi tersebut melewati suatu nilai ambang tertentu, maka *neuron* akan diaktifkan. Sebaliknya apabila tidak, maka tidak akan diaktifkan. Apabila *neuron* tersebut diaktifkan, maka *neuron* tersebut akan mengirimkan *ouput* melalui bobot-bobot *ouput* ke semua *neuron* yang berhubungan dengannya [13]. Fungsi aktivasi yang umum digunakan adalah sebagai berikut.

### 1. Fungsi Identitas

Fungsi Identitas dapat disebut juga sebagai Fungsi Linear. Fungsi ini memiliki nilai output yang sama dengan nilai inputnya, yaitu dengan rumus  $y = x$ . Pada *tools* MATLAB, fungsi aktivasi ini dikenal dengan sebutan *Purelin*.

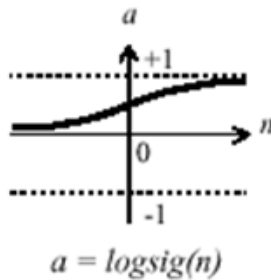


Gambar 2.2 Fungsi Identitas / Linear

### 2. Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi ini digunakan untuk *Neural Network* yang dilatih dengan menggunakan metode *Backpropagation*. Fungsi *Sigmoid Biner* memiliki range nilai antara 0 sampai 1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk *Neural Network* yang membutuhkan nilai output yang terletak pada range 0

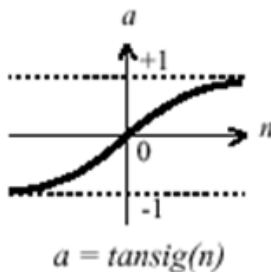
sampai 1. Pada *tools* MATLAB, fungsi aktivasi ini dikenal dengan sebutan *Logsig*.



Gambar 2.3 Fungsi Sigmoid Biner

### 3. Fungsi Sigmoid Bipolar

Fungsi ini hampir memiliki kesamaan dengan fungsi *Sigmoid Biner*, namun output dari fungsi ini memiliki range nilai antara  $-1$  sampai  $1$ . Fungsi ini sering digunakan untuk *Neural Network* yang membutuhkan nilai output yang terletak pada range  $-1$  sampai  $1$ . Pada *tools* MATLAB, fungsi aktivasi ini dikenal dengan sebutan *Tansig*.



Gambar 2.4 Fungsi Sigmoid Bipolar



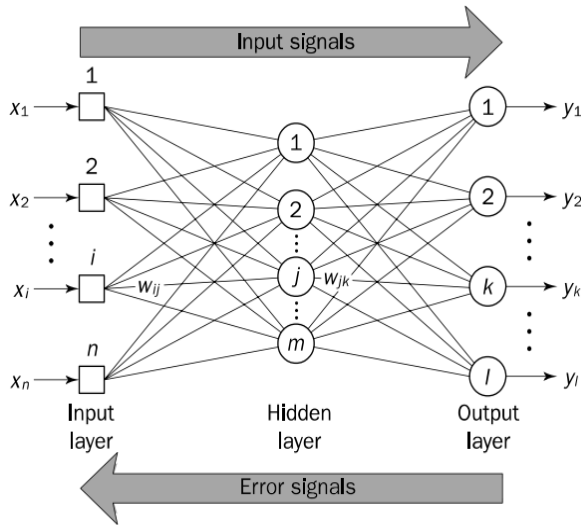
### 2.2.3.3. *Backpropagation*

*Backpropagation* atau propogasi balik adalah sebuah metode *Neural Network* yang menggunakan algoritma pembelajaran yang terawasi (*Supervised Learning*) dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya.[13]

Pada metode ini, terdapat 3 tahapan dalam proses pelatihannya, yaitu sebagai berikut:

1. Proses umpan maju (*Feedforward*) dari *input*
2. Perhitungan dan propogasi balik (*Backpropogation*) dari nilai *error* yang dihasilkan
3. Penyesuaian nilai bobot berdasarkan *error output*.

Algoritma *Backpropagation* akan menggunakan nilai *error* dari *output* untuk mengubah nilai bobot. Namun untuk mendapatkan nilai *error* ini, diharuskan mengerjakan terlebih dahulu proses umpan maju (*Feedforward*). Berikut merupakan ilustrasi dari arsitektur *Backpropagation* yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Arsitektur Backpropagation [14]

Dalam [13], tahapan dalam pelatihan *Backpropagation* adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi bobot, nilai bobot awal diambil secara random dengan nilai yang cukup kecil  $(-0,5;0,5)$
2. Tetapkan nilai dari maksimum *epoch*, target *error* dan *learning rate* ( $\alpha$ )
3. Inisialisasi *epoch* = 0

Selama kondisi (*epoch* < maksimum *epoch*) dan ( $\text{MSE} < \text{target error}$ ), maka kerjakan langkah-langkah berikut:

- a. *epoch* = *epoch* + 1 .....(2.1)
- b. Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan proses pembelajaran, lakukan:
  - Umpan Maju (*Feedforward*)
    - i. Tiap-tiap unit input ( $X_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) menerima sinyal  $x_i$  dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (*hidden layer*)

- ii. Tiap-tiap unit pada suatu *hidden layer* ( $Z_i, j = 1, 2, 3, \dots, p$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot:

$$z\_in_j = b1_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \dots\dots\dots (2.2)$$

Untuk menghitung sinyal output yang dihasilkan, maka gunakan fungsi aktivasi:

$$z_j = f(z\_in_j) \dots\dots\dots (2.3)$$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output). Langkah (ii) ini dilakukan sebanyak jumlah *hidden layer*.

- iii. Tiap-tiap unit *output* ( $Y_k, k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) menjumlahkan sinyal-sinyal *input* terbobot:

$$y\_in_k = b2_k + \sum_{i=1}^p z_i w_{jk} \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk menghitung sinyal output yang dihasilkan, maka gunakan fungsi aktivasi:

$$y_k = f(y\_in_k) \dots\dots\dots (2.5)$$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

- Propogasi Balik (*Backpropagation*)

- iv. Tiap-tiap *output* ( $Y_k, k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi *error*nya:

$$\delta 2_k = (t_k - y_k) f'(y\_in_k) \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\phi 2_{jk} = \delta_k z_j \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\beta 2_k = \delta_k \dots\dots\dots (2.8)$$

Kemudian lakukan perhitungan koreksi bobot yang akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $w_{jk}$

$$\Delta w_{jk} = \alpha \phi_{jk} \dots\dots\dots (2.9)$$

Kemudian lakukan perhitungan koreksi bias yang akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b 2_k$

$$\Delta b 2_k = \alpha \beta_k \dots\dots\dots (2.10)$$

Langkah (iv) ini dilakukan sebanyak jumlah *hidden layer*, yaitu menghitung informasi *error* dari suatu *hidden layer* ke *hidden layer* sebelumnya.

- v. Tiap-tiap *hidden layer* ( $Z_j$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots, p$ ) menjumlahkan delta inputnya yang berasal dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \dots\dots\dots (2.11)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi *error*:

$$\delta 1_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\phi 1_{ij} = \delta_j x_j \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\beta 1_j = \delta 1_j \dots\dots\dots (2.14)$$

Kemudian lakukan perhitungan koreksi bobot yang akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $v_{ij}$ .

$$\Delta v_{ij} = \alpha \phi 1_{ij} \dots\dots\dots (2.15)$$

Kemudian lakukan perhitungan koreksi bias yang akan digunakan untuk memperbaiki nilai  $b1_j$

$$\Delta b1_j = \alpha \phi 1_j \dots\dots\dots (2.16)$$

- vi. Tiap-tiap unit *output* ( $Y_k$ ,  $k = 1,2,3,\dots,m$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $j = 0,1,2,3,\dots,p$ ):

$$w_{jk} \text{ (baru)} = w_{jk} \text{ (lama)} + \Delta w_{jk} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$b2_k \text{ (baru)} = b2_k \text{ (lama)} + \Delta b2_k \dots\dots\dots (2.18)$$

Tiap-tiap unit *hidden* ( $Z_j$ ,  $j = 1,2,3,\dots,p$ ) memperbaiki bias dan bobotnya ( $i = 0,1,2,3,\dots,n$ ):

$$v_{ij} \text{ (baru)} = v_{ij} \text{ (lama)} + \Delta v_{ij} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$b1_j \text{ (baru)} = b1_j \text{ (lama)} + \Delta b1_j \dots\dots\dots (2.20)$$

- vii. Lakukan pengetesan kondisi disaat *error* ditemukan, apabila kondisi berhenti telah terpenuhi maka proses pembelajaran pun dapat dihentikan. Hitung MSE yang terdapat pada pembelajaran tersebut tersebut

#### 2.2.4. Mean Squared Error (MSE)

*Mean Squared Error* merupakan indikator dalam mengukur kinerja suatu peramalan. Tingkat akurasi MSE dilihat dari besar kecilnya nilainya. Semakin kecil nilai *MSE*, maka semakin baik pula performa yang dihasilkan. Nilai *MSE* diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut:

$$MSE = \sum \frac{(Aktual - Forecast)^2}{n} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana:

*MAPE* = *Mean Absolute Percentage Error*

*n* = Banyaknya periode di peramalan

Aktual = Data aktual

Forecast = Data hasil peramalan

### 2.2.5. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

*Mean Absolute Percentage Error* merupakan salah satu parameter yang sering digunakan dalam evaluasi peramalan. *MAPE* merepresentasikan nilai *galat* dari peramalan yang dilakukan dengan satuan persentase. Nilai *MAPE* diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut:

$$MAPE = \sum \frac{\frac{|Aktual - Forecast|}{Aktual} \times 100\%}{n} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana:

*MAPE* = *Mean Absolute Percentage Error*

*n* = Banyaknya periode di peramalan

Aktual = Data aktual

Forecast = Data hasil peramalan

Berikut merupakan perbandingan tingkat akurasi dari hasil peramalan berdasarkan nilai *MAPE* yang ada [15] yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

*Tabel 2.4 Interpretasi Keakuratan MAPE*

<b>MAPE</b>	<b>Interpretasi</b>
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
21% - 50%	Cukup
> 50%	Buruk

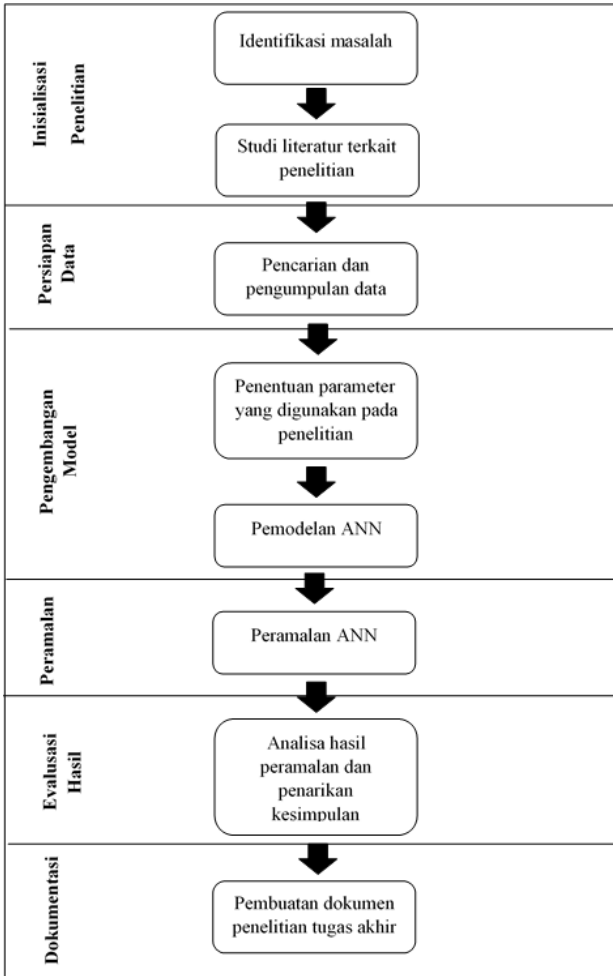
## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab bagian ini akan dijelaskan mengenai langkah sistematis yang akan dilaksanakan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir beserta penjadwalan penelitian tugas akhir ini. Tiap langkah yang ada akan digunakan sebagai pedoman agar pengerjaan dari penelitian tugas akhir ini berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Pada bab bagian ini pula akan dijelaskan secara rinci dari tiap langkah yang ada terkait penelitian tugas akhir ini.

#### **3.1. Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir**

Berikut merupakan diagram alur dari urutan pelaksanaan tugas akhir dalam Gambar 3.1



*Gambar 3.1 Metodologi Penelitian Tugas Akhir*

### 3.2. Uraian Metodologi

Pada bagian ini akan dijelaskan secara lebih rinci dari masing-masing tiap tahapan yang terdapat pada diagram alur (*flow chart*) yang berguna untuk penyelesaian dari penelitian tugas akhir ini.



### 3.2.1. Inisialisasi Penelitian

Tahap ini merupakan tahap awal dari pengerjaan penelitian tugas akhir dimana pada tahap ini dilakukan dua kegiatan yaitu identifikasi terhadap masalah yang terjadi pada harga baja dunia dan pencarian studi literatur terkait penelitian yang dilakukan untuk membantu proses pemahaman dan pengerjaan penelitian tugas akhir.

#### 3.2.1.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang dilakukan adalah mencari tahu permasalahan yang ada terkait harga baja dunia terhadap dampaknya pada perusahaan manufaktur baja di Indonesia. Output yang dapat diperoleh dari kegiatan identifikasi masalah ini adalah suatu permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini. Salah satu masalah yang dapat diperoleh adalah harga baja dunia yang selalu mengalami fluktuasi dan tidak menentu kedepannya. Hal ini membuat pihak perusahaan manufaktur baja di Indonesia mengalami kesulitan dalam menentukan harga jual baja yang diproduksinya. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan suatu metode tertentu yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Oleh karena itu dari permasalahan tersebut dapat diangkat menjadi sebuah topik dari penelitian tugas akhir.

#### 3.2.1.2. Studi Literatur

Setelah masalah ditemukan dari kegiatan identifikasi masalah, maka akan dicari pemahaman lebih lanjut mengenai metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang diangkat pada penelitian tugas akhir ini yaitu mengenai peramalan dan *Backpropagation Neural Network* melalui studi literatur. Studi literatur ini dapat diperoleh dari beberapa sumber baik berupa jurnal, paper penelitian, buku maupun penelitian tugas akhir

sebelumnya. Studi literatur bertujuan mencari dasar-dasar teori yang dapat menunjang dan mendukung dalam penyelesaian topik dari penelitian tugas akhir ini. Output yang diperoleh dari kegiatan pencarian studi literatur ini adalah memperoleh suatu solusi yang tepat yaitu berupa dasar-dasar teori dan penelitian-penelitian sebelumnya yang dapat mendukung dan diterapkan pada penelitian tugas akhir ini. Harapannya, dengan mencari studi literatur terkait dan penelitian-penelitian sebelumnya, akhirnya dapat memahami dengan baik metode yang digunakan dalam penelitian ini dan menemukan *gap knowledge* yang dapat dikembangkan pada penelitian tugas akhir ini.

### 3.2.2. Persiapan Data

Tahap ini merupakan tahap lanjutan setelah tahapan inisialisasi penelitian. Dalam melakukan pengerjaan penelitian tugas akhir ini, dibutuhkan data yang dapat digunakan dan menunjang pelaksanaan proses penelitian tugas akhir. Maka dari itu, pada tahap ini dilakukan pencarian dan pengumpulan data terkait penelitian tugas akhir. Data yang dibutuhkan untuk penelitian tugas akhir ini adalah data mengenai harga baja dunia. Data yang dimiliki memiliki riwayat dari tahun 2000 hingga tahun 2017 dengan periode mingguan yang mana bersumber dari website S&P Global Platts yang diperoleh dari salah satu perusahaan manufaktur baja di Indonesia. Jumlah keseluruhan data yang diperoleh yaitu sebesar 932 buah.

### 3.2.3. Pengembangan Model

Setelah tahap persiapan data selesai, maka selanjutnya merupakan tahap pengembangan model dimana pada tahap ini dilakukan dua kegiatan yaitu penentuan parameter yang digunakan pada penelitian dan pembuatan model ANN.

### 3.2.3.1. Penentuan Parameter yang Digunakan Pada Penelitian

Berbagai macam variasi parameter digunakan pada implementasi metode di penelitian tugas akhir ini yang bertujuan untuk mencari dan menghasilkan hasil terbaik dari kombinasi parameter yang digunakan. Parameter yang akan digunakan pada saat implementasi metode pada penelitian tugas akhir ini ada 7, yaitu *training function*, *adaption learning function*, *transfer function*, *momentum*, *learning rate*, *epoch* dan jumlah *neuron* pada *hidden layer*.

### 3.2.3.2. Pembuatan Model ANN

Setelah parameter ditentukan, selanjutnya akan dibuatkan model berupa arsitektur yang sesuai dengan metode *Backpropagation Neural Network* yang akan digunakan untuk proses peramalan. Pembuatan model ANN ini termasuk diantaranya penetapan variabel yang digunakan sebagai *input*, penetapan variabel yang digunakan sebagai *output*, penentuan variabel yang digunakan sebagai *hidden layer* serta penentuan jenis dan nilai dari parameter yang telah ditentukan sebelumnya.

### 3.2.4. Peramalan

Setelah tahap pengembangan model telah selesai dilakukan, maka selanjutnya merupakan tahap peramalan terhadap data yang telah disiapkan. Dimana pada tahapan ini dilakukan peramalan terhadap harga baja dunia selama satu tahun kedepan dengan periode mingguan. Pembagian data sampel yang digunakan untuk peramalan adalah 75% untuk data pelatihan (*training*) dan 25% untuk data pengujian (*testing*). Peramalan menggunakan *tools* yaitu MATLAB. Adapun langkah yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini untuk melakukan

peramalan dengan menggunakan metode *Neural Network* adalah sebagai berikut.

1. Persiapan variabel *input* dan *output*

Pada langkah ini dilakukan persiapan terhadap variabel *input* dan *output* yang telah ditentukan sebelumnya dari data yang telah diperoleh. Pada langkah ini juga dilakukan pengecekan variabel apakah variabel yang dibutuhkan sudah benar atau belum.

2. Proses pelatihan (*training*)

Langkah ini merupakan proses pengenalan terhadap pola dari *trend* data yang dimiliki bertujuan menyesuaikan antara data *input* dengan data *output/target* yang diinginkan. Proses pengenalan pola ini dilakukan dengan mengubah-ubah bobot yang dimiliki secara berulang-ulang hingga mencapai batas pelatihan. Pada langkah ini, peran dari variasi parameter berpengaruh dalam memperoleh jaringan yang optimal.

3. Proses pengujian (*testing*)

Pada langkah ini dilakukan penerapan jaringan yang dianggap terbaik terhadap data sampel yang telah ditentukan sebelumnya untuk proses pengujian. Proses pengujian digunakan untuk mengetahui apakah jaringan terbaik yang diperoleh dari proses pelatihan memang sudah benar baik atau belum.

4. Peramalan

Pada langkah ini dilakukan peramalan selama satu tahun kedepan berdasarkan hasil dari proses pengujian yang dilakukan dari jaringan terbaik. Proses peramalan ini bertujuan untuk mengetahui perkiraan dari harga baja dunia pada masa kedepan.

### 3.2.5. Evaluasi Hasil Akhir

Pemilihan model terbaik adalah berdasarkan model yang memiliki nilai performa *MSE* terendah dari semua model yang ada. Setelah hasil model diperoleh, maka dilakukan peramalan terhadap data yang ada, dimana pada tahap evaluasi akhir ini dilakukan analisa hasil peramalan dan penarikan kesimpulan terhadap hasil peramalan yang ada. Kegiatan analisa dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan dengan data aktual dan memperlihatkan tingkat keakuratan dari peramalan tersebut dengan parameter *MAPE* serta melakukan peramalan setahun kedepan. Setelah dilakukan kegiatan analisa hasil, maka selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh.

### 3.2.6. Dokumentasi

Setelah semua tahap diatas dilakukan, maka tahap terakhir adalah melakukan dokumentasi hasil dari penelitian Tugas Akhir ini dengan melakukan penyusunan buku Tugas Akhir. Pengerjaan konten dari buku Tugas Akhir ini dikerjakan dari tahap awal hingga tahap akhir dengan menyicil sehingga tidak akan kesulitan saat menyusun buku.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB IV PERANCANGAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan dari *Neural Network* yang digunakan untuk peramalan harga baja dunia.

### **4.1 Persiapan Data**

Pada bagian ini akan dilakukan proses pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian tugas akhir ini. Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data harga baja dunia khususnya pada produk Baja Canai Panas (*Hot Rolled Coil*) yang bersumber dari situs S&P Global Platts yang diperoleh dari salah satu perusahaan manufaktur baja di Indonesia. Data yang digunakan memiliki rentang waktu Januari 2000 hingga Desember 2017 dalam bentuk periode mingguan dengan jumlah data sebanyak 932 buah.

### **4.2 Perancangan Model *Neural Network***

Pada bagian ini dilakukan pembuatan dari model *Neural Network* yang akan digunakan untuk peramalan pada penelitian tugas akhir ini menggunakan *tools* MATLAB. Hasil dari peramalan ini diharapkan memperoleh nilai harga baja dunia yang memiliki keakuratan yang baik.

#### **4.2.1 Pembagian Data**

Data yang digunakan pada pengerjaan tugas akhir ini adalah data harga baja dunia khususnya pada produk Baja Canai Panas (*Hot Rolled Coil*) yang memiliki rentang waktu Januari 2000 hingga Desember 2017 dalam bentuk periode mingguan. Data yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran A.

Selanjutnya, untuk pengerjaan proses peramalan menggunakan *Neural Network* data tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu

data pelatihan (*training*) dan data pengujian (*testing*) dengan perbandingan 75% : 25%. Data keseluruhan berjumlah 932 buah, sehingga dengan perbandingan tersebut akan menghasilkan data pelatihan (*training*) sejumlah 690 buah dan data pengujian (*testing*) sejumlah 242 buah.

#### 4.2.2 Model *Neural Network*

Pada penelitian tugas akhir ini, suatu model *Neural Network* dikatakan model terbaik apabila memiliki nilai *MSE* paling rendah dibanding model-model lainnya, selanjutnya dilakukan perhitungan *MAPE* untuk mengetahui akurasi dari model tersebut. Untuk memperolehnya, perlu dilakukan pengujian dengan mengubah variabel *input layer*, *hidden layer* beserta parameter yang ada. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali pada tiap pengubahan yang ada.

#### 4.2.3 Penetapan Variabel *Input Layer*

Variabel *input layer* pada penelitian tugas akhir ini berisi harga baja dunia produk Baja Canai Panas. Pada *input layer* ini memiliki suatu *neuron* yang jumlahnya bervariasi. Jumlah *neuron* pada *input layer* ini menunjukkan jumlah periode sebelumnya yang diambil dalam melakukan peramalan. Jika jumlah *neuron* adalah 1, maka 1 periode sebelumnya digunakan untuk peramalan. Jika jumlah *neuron* adalah 2, maka 2 periode sebelumnya digunakan untuk peramalan. Jika jumlah *neuron* adalah 3, maka 3 periode sebelumnya digunakan untuk peramalan, dan seterusnya hingga mendapatkan nilai *MSE* terkecil.

Jumlah *neuron* pada *input layer* akan dilakukan pengubahan. Pengubahan jumlah *neuron* bergantung dari banyaknya periode yang ada. Penggambaran dari pengubahan jumlah *neuron* pada *input layer* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.



#### 4.2.4 Penetapan Variabel *Output Layer*

Data *output* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah harga baja dunia sehingga *output layer* hanya memiliki satu *neuron*. Data *output* yang digunakan adalah data dengan satu periode didepan pada data *input* yang ada. Bila data *input* merupakan data periode ke- $t$ , maka data *output* nya adalah data periode ke- $t+1$ . Apabila data *input* merupakan data periode ke- $t$  dan ke- $t+1$ , maka data *output* nya adalah data periode ke- $t+2$ . Apabila data *input* merupakan data periode ke- $t$ , ke- $t+1$  dan ke- $t+2$ , maka data *output* nya adalah data periode ke- $t+3$  dan seterusnya. Penggambaran dari data *output* pada *output layer* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

*Tabel 4.1 Data Input dan Output pada 1 Neuron Input Layer*

Data (Node 1)	Output
595	592.5
592.5	575
575	570
570	557.5
...	...

*Tabel 4.2 Data Input dan Output pada 2 Neuron Input Layer*

Data (Node 1)	Data 2 (Node 2)	Output
595	592.5	575
592.5	575	570
575	570	557.5
570	557.5	555
...	...	...

Tabel 4.3 Data Input dan Output pada 3 Neuron Input Layer

Data (Node 1)	Data 2 (Node 2)	Data 3 (Node 3)	Output
595	592.5	575	570
592.5	575	570	557.5
575	570	557.5	555
570	557.5	555	550
...	...	...	...

#### 4.2.5 Penetapan Variabel *Hidden Layer*

Pada *Neural Network*, jumlah *neuron* pada *hidden layer* akan mempengaruhi performa dari model *Neural Network* yang ada dan berakibat pada hasil peramalan yang dihasilkan. Makin banyak jumlah *neuron* pada *hidden layer*, maka *output* yang dihasilkan makin bagus namun berdampak pada waktu proses yang semakin lama.

Pada penelitian tugas akhir ini, penentuan jumlah *neuron* pada *hidden layer* dilakukan secara *trial and error* agar memperoleh model terbaik dengan variasi jumlah *neuron hidden layer* mulai dari sejumlah  $n$  hingga  $3n$  dimana  $n$  adalah jumlah *neuron* pada *input layer*.

#### 4.2.6 Penetapan Parameter

Pengubahan parameter pada *Neural Network* diperlukan guna memperoleh model terbaik berdasarkan data yang ada. Pengubahan parameter ini dilakukan untuk mencari nilai *MSE* paling rendah yang bisa diperoleh. Berikut merupakan penjelasan dari parameter-parameter yang akan dilakukan pengubahan pada penelitian tugas akhir ini.

1. Fungsi Pelatihan (*Training Function*)  
 Pada penelitian tugas akhir ini, digunakan 3 *training function* yang ada pada *tools* MATLAB. Ketiga *training function* tersebut adalah *Levenberg-Marquardt backpropagation (Trainlm)*, *Gradient descent with momentum and adaptive learning rate backpropagation (Traingdx)*, *Gradient descent with adaptive learning rate backpropagation (Traingda)*. Penggunaan variasi dari ketiga *training function* ini digunakan untuk memperoleh model paling optimal.
  
2. Fungsi Pembelajaran (*Adaption Learning Function*)  
 Pada penelitian tugas akhir ini, digunakan parameter fungsi pembelajaran default dari *tools* MATLAB yaitu *Gradient descent with momentum weight and bias learning function (LearnGdm)* sebagai *adaption learning function*.
  
3. Fungsi Transfer (*Transfer Function*)  
 Pada penelitian tugas akhir ini, digunakan 3 *transfer function* (*Logsig*, *Tansig*, *Purelin*) pada *hidden layer* dan 1 *transfer function* (*Purelin*) pada *output layer*.
  
4. Jumlah *Epoch*  
*Epoch* merupakan banyaknya iterasi yang dilakukan ketika suatu model *nerual network* dilatih. Jumlah dari *epoch* akan mempengaruhi hasil performa dari model karena *epoch* akan menentukan batas akhir pemberhentian dari proses pelatihan. Pada penelitian tugas akhir ini, jumlah *epoch* yang digunakan adalah 50, 500, 1000 dan 1500.
  
5. *Momentum* dan *Learning Rate*  
 Pada penelitian tugas akhir ini, digunakan variasi nilai *momentum* dan *learning rate* dengan rentang nilai 0,1 hingga 0,9. Penggunaan variasi nilai ini digunakan untuk memperoleh kombinasi terbaik dari *momentum* dan *learning rate*.

Berikut merupakan penjelasan rancangan arsitektur dari model *Neural Network* yang akan dibangun pada penelitian tugas akhir ini.

*Tabel 4.4 Rancangan Model ANN*

<b>Parameter</b>	<b>Nilai</b>	<b>Keterangan</b>
<i>Input layer (n)</i>	1 hingga 7 <i>node</i>	Harga baja dunia
<i>Hidden layer</i>	n, n+1,..., 3n <i>node</i>	<i>Trial and error</i> dimana n = jumlah <i>neuron</i> <i>input</i>
<i>Output layer</i>	1 <i>node</i>	Harga baja dunia
Fungsi pelatihan ( <i>training function</i> )	3	<i>Trial and error</i> ( <i>Trainlm</i> , <i>Traingda</i> , <i>Traingdx</i> )
Fungsi pembelajaran ( <i>adaption learning</i> <i>function</i> )	1	<i>Default MATLAB</i> ( <i>Learngdm</i> )
Fungsi transfer ( <i>transfer function</i> )	3	<i>Trial and error</i> ( <i>Logsig</i> , <i>Tansig</i> , <i>Purelin</i> )
<i>Epoch</i>	50, 500, 1000, 1500	<i>Trial and error</i>
<i>Learning rate</i>	0,1 hingga 0,9	<i>Trial and error</i>
<i>Momentum</i>	0,1 hingga 0,9	<i>Trial and error</i>

#### 4.2.7 Proses *Training* Data

Proses *training* menggunakan data sebesar 75% dari keseluruhan data yang ada sehingga data yang digunakan sejumlah 690 buah. Proses *training* ini dilakukan menggunakan *tools* MATLAB melalui *script*.

#### 4.2.8 Proses *Testing* Data

Proses *testing* menggunakan data sebesar 25% dari keseluruhan data yang ada sehingga data yang digunakan sejumlah 242 buah. Sama seperti proses *training*, Proses *testing* ini dilakukan menggunakan *tools* MATLAB melalui *script*.

#### 4.2.9 Peramalan Data

Selanjutnya dilakukan proses peramalan terhadap data yang telah disiapkan menggunakan *tools* MATLAB. Hasil dari peramalan akan disimpan pada Microsoft Excel secara otomatis dari *script* yang telah dibuat di MATLAB.

### 4.3 Skenario Pemrosesan Data

Skenario pemrosesan data bertujuan untuk menjelaskan hal-hal apa saja yang dilakukan selama melakukan peramalan data menggunakan metode *Neural Network* pada penelitian tugas akhir ini.

#### 4.3.1 Skenario Model *Neural Network* 1 *Neuron Input Layer*

Pada tahap ini dilakukan peramalan dengan menggunakan satu periode dari *variabel input* untuk meramalkan satu periode kedepan. Data *input* dan target yang digunakan sebanyak 689 buah. Berikut merupakan perancangan dari *variabel input* dan *output / target* yang dijelaskan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6

Tabel 4.5 Periode Data Input dan Output 1 Neuron Input Layer

Data	17 Januari 2000 – 25 Maret 2013
Output / Target	24 Januari 2000 – 1 April 2013

Tabel 4.6 Data Input dan Output 1 Neuron Input Layer

Data	Target
295	295
295	295
295	295
295	295
295	295
295	295
295	310
310	310
310	310
....	...
....	...
615	615
615	605

Jumlah model yang dihasilkan pada skenario ini adalah sebanyak kombinasi parameter-parameter yang terlibat dikalikan dengan jumlah percobaan yang dilakukan untuk tiap parameter yang ada.

Pada skenario ini digunakan jumlah *neuron hidden layer* sebanyak 3 buah dengan nilai 1, 2, dan 3 *neuron*. Digunakan parameter fungsi pelatihan sebanyak 3 buah (*Trainlm*, *Traingda*, *Traingdx*), fungsi pembelajaran sebanyak 1 buah (*learnsgdm*), fungsi transfer sebanyak 3 buah (*logsig*, *tansig*, *purelin*), *epoch* sebanyak 4 buah (50, 500, 1000, 1500), *momentum* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9) dan *learning rate* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9). Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap parameter yang ada pada saat proses peramalan data. Sehingga jumlah total model yang dapat

dihasilkan pada skenario ini adalah  $3 \times 3 \times 1 \times 3 \times 4 \times 9 \times 9 \times 3$  yaitu 26.244 model.

#### 4.3.2 Skenario Model *Neural Network 2 Neuron Input Layer*

Pada tahap ini dilakukan peramalan dengan menggunakan dua periode dari *variabel input* untuk meramalkan satu periode kedepan. Data *input* dan target yang digunakan sebanyak 688 buah. Berikut merupakan perancangan dari *variabel input* dan *output / target* yang dijelaskan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8

*Tabel 4.7 Periode Data Input dan Output 2 Neuron Input Layer*

Data	17 Januari 2000 – 18 Maret 2013
Data 2	24 Januari 2000 – 25 Maret 2013
Output / Target	31 Januari 2000 – 1 April 2013

*Tabel 4.8 Data Input dan Output 2 Neuron Input Layer*

Data	Data 2	Target
295	295	295
295	295	295
295	295	295
295	295	295
295	295	295
295	295	310
295	310	310
310	310	310
310	310	310
....	...	...
....	...	...
615	615	615
615	615	605

Sama seperti skenario sebelumnya, jumlah model yang dihasilkan pada skenario ini adalah sebanyak kombinasi parameter-parameter yang terlibat dikalikan dengan jumlah percobaan yang dilakukan untuk tiap parameter yang ada.

Pada skenario ini digunakan jumlah *neuron hidden layer* sebanyak 5 buah dengan nilai 2 hingga 6 *neuron*. Digunakan parameter fungsi pelatihan sebanyak 3 buah (*Trainlm*, *Traingda*, *Traingdx*), fungsi pembelajaran sebanyak 1 buah (*learnsgdm*), fungsi transfer sebanyak 3 buah (*logsig*, *tansig*, *purelin*), *epoch* sebanyak 4 buah (50, 500, 1000, 1500), *momentum* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9) dan *learning rate* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9). Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap parameter yang ada pada saat proses peramalan data. Sehingga jumlah total model yang dapat dihasilkan pada skenario ini adalah  $5 \times 3 \times 1 \times 3 \times 4 \times 9 \times 9 \times 3$  yaitu 43.740 model.

#### 4.3.3 Skenario Model Neural Network 3 Neuron Input Layer

Pada tahap ini dilakukan peramalan dengan menggunakan tiga periode dari *variabel input* untuk meramalkan satu periode kedepan. Data *input* dan target yang digunakan sebanyak 687 buah. Berikut merupakan perancangan dari *variabel input* dan *output / target* yang dijelaskan pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10

*Tabel 4.9 Periode Data Input dan Output 3 Neuron Input Layer*

Data	17 Januari 2000 – 11 Maret 2013
Data 2	24 Januari 2000 – 18 Maret 2013
Data 3	31 Januari 2000 – 25 Maret 2013
Output / Target	7 Februari 2000 – 1 April 2013

*Tabel 4.10 Data Input dan Output 3 Neuron Input Layer*

Data	Data 2	Data 3	Target
295	295	295	295
295	295	295	295
295	295	295	295
295	295	295	295
295	295	295	310
295	295	310	310
295	310	310	310



310	310	310	310
310	310	310	310
....	...	...	...
....	...	...	...
625	615	615	615
615	615	615	605

Jumlah model yang dihasilkan pada skenario ini adalah sebanyak kombinasi parameter-parameter yang terlibat dikalikan dengan jumlah percobaan yang dilakukan untuk tiap parameter yang ada.

Pada skenario ini digunakan jumlah *neuron hidden layer* sebanyak 7 buah dengan nilai 3 hingga 9 *neuron*. Digunakan parameter fungsi pelatihan sebanyak 3 buah (*Trainlm*, *Traingda*, *Traingdx*), fungsi pembelajaran sebanyak 1 buah (*learnngdm*), fungsi transfer sebanyak 3 buah (*logsig*, *tansig*, *purelin*), *epoch* sebanyak 4 buah (50, 500, 1000, 1500), *momentum* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9) dan *learning rate* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9). Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap parameter yang ada pada saat proses peramalan data. Sehingga jumlah total model yang dapat dihasilkan pada skenario ini adalah  $7 \times 3 \times 1 \times 3 \times 4 \times 9 \times 9 \times 3$  yaitu 61.236 model.

#### 4.3.4 Skenario Model *Neural Network* 4 *Neuron Input Layer*

Pada tahap ini dilakukan peramalan dengan menggunakan empat periode dari *variabel input* untuk meramalkan satu periode kedepan. Data *input* dan target yang digunakan sebanyak 686 buah. Berikut merupakan perancangan dari *variabel input* dan *output / target* yang dijelaskan pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12

*Tabel 4.11 Periode Data Input dan Output 4 Neuron Input Layer*

Data	17 Januari 2000 – 4 Maret 2013
Data 2	24 Januari 2000 – 11 Maret 2013

Data 3	31 Januari 2000 – 18 Maret 2013
Data 4	7 Februari 2000 – 25 Maret 2013
Output / Target	14 Februari 2000 – 1 April 2013

*Tabel 4.12 Data Input dan Output 4 Neuron Input Layer*

Data	Data 2	Data 3	Data 4	Target
295	295	295	295	295
295	295	295	295	295
295	295	295	295	295
295	295	295	295	310
295	295	295	310	310
295	295	310	310	310
295	310	310	310	310
310	310	310	310	310
310	310	310	310	310
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
630	625	615	615	615
625	615	615	615	605

Jumlah model yang dihasilkan pada skenario ini adalah sebanyak kombinasi parameter-parameter yang terlibat dikalikan dengan jumlah percobaan yang dilakukan untuk tiap parameter yang ada.

Pada skenario ini digunakan jumlah *neuron hidden layer* sebanyak 9 buah dengan nilai 4 hingga 12 *neuron*. Digunakan parameter fungsi pelatihan sebanyak 3 buah (*Trainlm*, *Traingda*, *Traingdx*), fungsi pembelajaran sebanyak 1 buah (*learnngdm*), fungsi transfer sebanyak 3 buah (*logsig*, *tansig*, *purelin*), *epoch* sebanyak 4 buah (50, 500, 1000, 1500), *momentum* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9) dan *learning rate* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9). Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap parameter yang ada pada saat proses peramalan data. Sehingga jumlah total model yang dapat dihasilkan pada skenario ini adalah  $9 \times 3 \times 1 \times 3 \times 4 \times 9 \times 9 \times 3$  yaitu 78.732 model.

#### 4.3.5 Skenario Model *Neural Network 5 Neuron Input Layer*

Pada tahap ini dilakukan peramalan dengan menggunakan lima periode dari *variabel input* untuk meramalkan satu periode kedepan. Data *input* dan target yang digunakan sebanyak 685 buah. Berikut merupakan perancangan dari *variabel input* dan *output / target* yang dijelaskan pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14

*Tabel 4.13 Periode Data Input dan Output 5 Neuron Input Layer*

Data	17 Januari 2000 – 25 Februari 2013
Data 2	24 Januari 2000 – 4 Maret 2013
Data 3	31 Januari 2000 – 11 Maret 2013
Data 4	7 Februari 2000 – 18 Maret 2013
Data 5	14 Februari 2000 – 25 Maret 2013
Output / Target	21 Februari 2000 – 1 April 2013

*Tabel 4.14 Data Input dan Output 5 Neuron Input Layer*

Data	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Target
295	295	295	295	295	295
295	295	295	295	295	295
295	295	295	295	295	310
295	295	295	295	310	310
295	295	295	310	310	310
295	295	310	310	310	310
295	310	310	310	310	310
310	310	310	310	310	310
310	310	310	310	310	310
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
630	630	625	615	615	615
630	625	615	615	615	605

Jumlah model yang dihasilkan pada skenario ini adalah sebanyak kombinasi parameter-parameter yang terlibat dikalikan dengan jumlah percobaan yang dilakukan untuk tiap parameter yang ada.

Pada skenario ini digunakan jumlah *neuron hidden layer* sebanyak 11 buah dengan nilai 5 hingga 15 *neuron*. Digunakan parameter fungsi pelatihan sebanyak 3 buah (*Trainlm*, *Traingda*, *Traingdx*), fungsi pembelajaran sebanyak 1 buah (*learnsgdm*), fungsi transfer sebanyak 3 buah (*logsig*, *tansig*, *purelin*), *epoch* sebanyak 4 buah (50, 500, 1000, 1500), *momentum* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9) dan *learning rate* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9). Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap parameter yang ada pada saat proses peramalan data. Sehingga jumlah total model yang dapat dihasilkan pada skenario ini adalah  $11 \times 3 \times 1 \times 3 \times 4 \times 9 \times 9 \times 3$  yaitu 96.288 model.

#### 4.3.6 Skenario Model Neural Network 6 Neuron Input Layer

Pada tahap ini dilakukan peramalan dengan menggunakan enam periode dari *variabel input* untuk meramalkan satu periode kedepan. Data *input* dan target yang digunakan sebanyak 684 buah. Berikut merupakan perancangan dari *variabel input* dan *output / target* yang dijelaskan pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16

*Tabel 4.15 Periode Data Input dan Output 6 Neuron Input Layer*

Data	17 Januari 2000 – 18 Februari 2013
Data 2	24 Januari 2000 – 25 Februari 2013
Data 3	31 Januari 2000 – 4 Maret 2013
Data 4	7 Februari 2000 – 11 Maret 2013
Data 5	14 Februari 2000 – 18 Maret 2013
Data 6	21 Februari 2000 – 25 Maret 2013
Output / Target	28 Februari 2000 – 1 April 2013

*Tabel 4.16 Data Input dan Output 6 Neuron Input Layer*

Data	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6	Target
295	295	295	295	295	295	295
295	295	295	295	295	295	310
295	295	295	295	295	310	310

295	295	295	295	310	310	310
295	295	295	310	310	310	310
295	295	310	310	310	310	310
295	310	310	310	310	310	310
310	310	310	310	310	310	310
310	310	310	310	310	310	310
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
630	630	630	625	615	615	615
630	630	625	615	615	615	605

Jumlah model yang dihasilkan pada skenario ini adalah sebanyak kombinasi parameter-parameter yang terlibat dikalikan dengan jumlah percobaan yang dilakukan untuk tiap parameter yang ada.

Pada skenario ini digunakan jumlah *neuron hidden layer* sebanyak 13 buah dengan nilai 5 hingga 15 *neuron*. Digunakan parameter fungsi pelatihan sebanyak 3 buah (*Trainlm*, *Traingda*, *Traingdx*), fungsi pembelajaran sebanyak 1 buah (*learnsgdm*), fungsi transfer sebanyak 3 buah (*logsig*, *tansig*, *purelin*), *epoch* sebanyak 4 buah (50, 500, 1000, 1500), *momentum* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9) dan *learning rate* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9). Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap parameter yang ada pada saat proses peramalan data. Sehingga jumlah total model yang dapat dihasilkan pada skenario ini adalah  $11 \times 3 \times 1 \times 3 \times 4 \times 9 \times 9 \times 3$  yaitu 113.724 model.

#### 4.3.7 Skenario Model *Neural Network* 7 *Neuron Input Layer*

Pada tahap ini dilakukan peramalan dengan menggunakan tujuh periode dari *variabel input* untuk meramalkan satu periode kedepan. Data *input* dan target yang digunakan sebanyak 683 buah. Berikut merupakan perancangan dari *variabel input* dan *output / target* yang dijelaskan pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18

Tabel 4.17 Periode Data Input dan Output 7 Neuron Input Layer

Data	17 Januari 2000 – 11 Februari 2013
Data 2	24 Januari 2000 – 18 Februari 2013
Data 3	31 Januari 2000 – 25 Februari 2013
Data 4	7 Februari 2000 – 4 Maret 2013
Data 5	14 Februari 2000 – 11 Maret 2013
Data 6	21 Februari 2000 – 18 Maret 2013
Data 7	28 Februari 2000 – 25 Maret 2013
Output / Target	6 Maret 2000 – 1 April 2000

Tabel 4.18 Data Input dan Output 7 Neuron Input Layer

Data	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6	Data 7	Target
295	295	295	295	295	295	295	310
295	295	295	295	295	295	310	310
295	295	295	295	295	310	310	310
295	295	295	295	310	310	310	310
295	295	295	310	310	310	310	310
295	295	310	310	310	310	310	310
295	310	310	310	310	310	310	310
310	310	310	310	310	310	310	310
310	310	310	310	310	310	310	305
...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
630	630	630	630	625	615	615	615
630	630	630	625	615	615	615	605

Jumlah model yang dihasilkan pada skenario ini adalah sebanyak kombinasi parameter-parameter yang terlibat dikalikan dengan jumlah percobaan yang dilakukan untuk tiap parameter yang ada.

Pada skenario ini digunakan jumlah *neuron hidden layer* sebanyak 15 buah dengan nilai 5 hingga 15 *neuron*. Digunakan parameter fungsi pelatihan sebanyak 3 buah (*Trainlm*, *Traingda*, *Traingdx*), fungsi pembelajaran sebanyak 1 buah

(*learnsgdm*), fungsi transfer sebanyak 3 buah (*logsig*, *tansig*, *purelin*), *epoch* sebanyak 4 buah (50, 500, 1000, 1500), *momentum* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9) dan *learning rate* sebanyak 9 buah (0,1 hingga 0,9). Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap parameter yang ada pada saat proses peramalan data. Sehingga jumlah total model yang dapat dihasilkan pada skenario ini adalah  $11 \times 3 \times 1 \times 3 \times 4 \times 9 \times 9 \times 3$  yaitu 131.220 model.

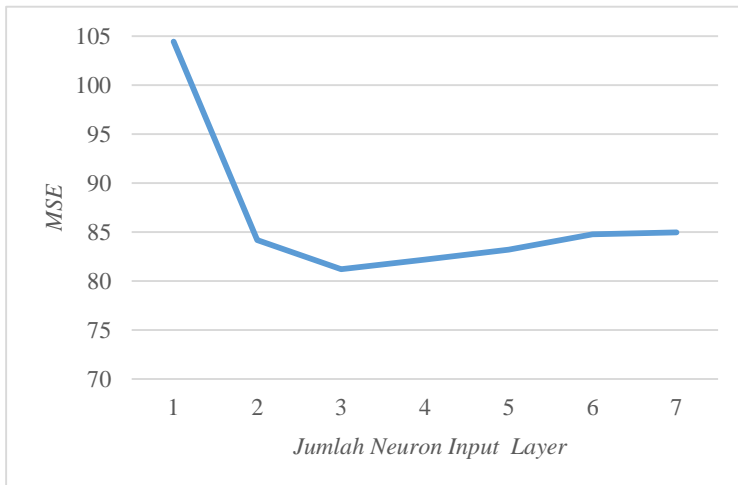
#### 4.3.8 Penyeleksian Hasil Keluaran Model

Setelah keseluruhan model diperoleh, selanjutnya dilakukan proses seleksi terhadap keluaran model-model yang ada pada tiap skenario model *neuron input layer*. Proses seleksi ini dilakukan untuk memilih model yang dianggap terbaik dibanding model yang lain pada tiap skenario model *neuron input layer*.

Proses seleksi dilakukan dengan cara menyortir keseluruhan model pada tiap skenario dan mengurutkannya berdasarkan nilai performa *MSE* yang dimilikinya. Model terbaik adalah model yang memiliki nilai *MSE* paling rendah dibanding model-model lainnya.

#### 4.3.9 Kriteria Pemberhentian Pengubahan *Neuron Input Layer*

Penentuan jumlah *neuron input layer* yang digunakan untuk melakukan peramalan data dilakukan dengan melakukan pengubahan dari *neuron input layer* hingga sebanyak periode yang dimiliki pada dataset. Proses ini diberhentikan apabila ditemukan tidak adanya perbaikan nilai *MSE* yang ditandai dengan meningkatnya nilai *MSE* pada model yang diperoleh sehingga diasumsikan nilai *MSE* pada model berikutnya akan selalu mengalami peningkatan. Berikut merupakan contoh grafik penurunan dan peningkatan nilai *MSE* pada saat melakukan pengubahan *neuron input layer* yang terdapat pada Gambar 4.1.



*Gambar 4.1 Grafik Performa MSE Model*

Pada penelitian ini, proses penambahan *neuron* pada *input layer* dihentikan pada penggunaan 7 *neuron* atau 7 periode dikarenakan berdasarkan Gambar 4.1, nilai performa *MSE* pada penggunaan 4, 5, 6 dan 7 *neuron input layer* telah mengalami peningkatan sehingga diasumsikan pada penggunaan *neuron* selanjutnya akan mengalami peningkatan juga.

#### **4.4 Proses Analisa Hasil Output Peramalan**

Proses analisis dilakukan setelah model terbaik diperoleh. Pemilihan model terbaik adalah berdasarkan model yang memiliki nilai performa *MSE* terendah dari semua model yang ada. Setelah itu dilakukan proses peramalan menggunakan *tools* MATLAB. Setelah diperoleh peramalan, maka selanjutnya dilakukan proses analisis dengan *tools* Microsoft Excel. Kegiatan ini dilakukan dengan memilih hasil peramalan dan membandingkannya dengan data aktual harga baja dunia serta



mencari nilai keakuratan dari peramalan tersebut dengan parameter *MAPE*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB V IMPLEMENTASI

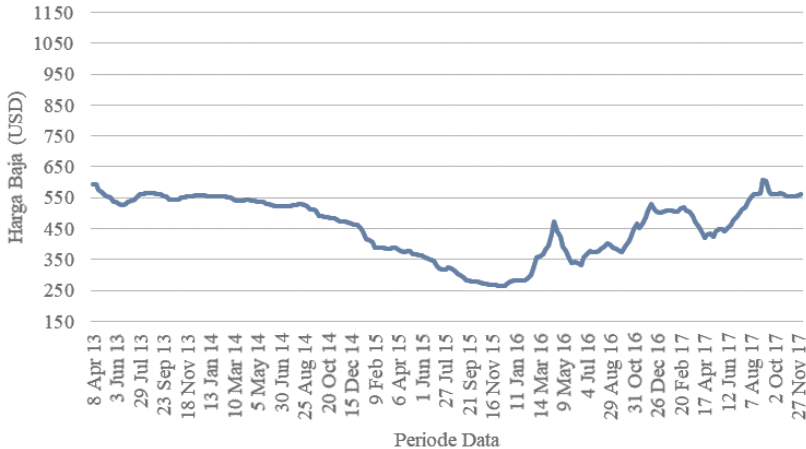
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penerapan dari perancangan yang telah ditentukan sebelumnya dan proses peramalan harga baja dunia menggunakan *Backpropagation Neural Network*.

### 5.1 Pemrosesan Data

Data yang digunakan adalah data harga baja dunia produk Baja Canai Panas (*Hot Rolled Coil*) pada bulan Januari 2000 hingga Desember 2017 dengan bentuk periode mingguan. Data yang diperoleh memiliki jumlah sebanyak 932 buah. Untuk keperluan penelitian tugas akhir ini, data keseluruhan dibagi menjadi dua bagian yaitu data pelatihan (*training*) dan data pengujian (*testing*) dengan pembagian sebesar 75% data pelatihan (690 buah) dan 25% data pengujian (242 buah). Berikut merupakan grafik dari data pelatihan dan data pengujian yang terdapat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.



Gambar 5.1 Grafik Data Training



Gambar 5.2 Grafik Data Testing

## 5.2 Pemodelan Neural Network

Pemodelan *Neural Network* dibangun berdasarkan rancangan yang telah ditentukan pada pembahasan sebelumnya di bab perancangan. Model *Neural Network* pada penelitian tugas akhir ini terdiri atas *input layer* yang memiliki *neuron-neuron* mengenai harga baja dunia pada masa lampau, *hidden layer* yang terdiri dari satu *layer* yang memiliki variasi jumlah *neuron* sebanyak *neuron input layer* hingga tiga kali jumlah *neuron input layer*, dan *output layer* yang memiliki satu *neuron* yaitu target dari harga baja dunia.

Persamaan dalam menentukan nilai target untuk tiap *neuron input layer* adalah sebagai berikut:

$$y(x_t) = f(y_{(x_{t-1})}),$$

$$y(x_t) = f(y_{(x_{t-1})}, y_{(x_{t-2})}),$$

.....,

$$y(x_t) = f(y_{(x_{t-1})}, y_{(x_{t-2})}, y_{(x_{t-3})}, y_{(x_{t-4})}, y_{(x_{t-5})}, y_{(x_{t-6})}, \dots, y_{(x_{t-a})})$$

Jumlah *hidden layer* yaitu sejumlah *neuron input layer* hingga tiga kali *neuron input* dan bergerak satu persatu. Artinya apabila jumlah *neuron* pada *input layer* adalah 1, maka digunakan percobaan *hidden layer* sebanyak tiga kali dengan jumlah *neuron* masing-masing 1, 2 dan 3. Apabila jumlah *neuron* pada *input layer* adalah 2, maka digunakan percobaan *hidden layer* sebanyak lima kali dengan jumlah *neuron* masing-masing 2, 3, 4, 5 dan 6, dan seterusnya sesuai dengan ketentuan yang ada. Penjelasan detailnya adalah sebagai berikut:

*1 neuron input layer*

*Hidden layer* =  $z_{(1)}, z_{(2)}, z_{(3)}$

*2 neuron input layer*

*Hidden layer* =  $z_{(2)}, z_{(3)}, z_{(4)}, z_{(5)}, z_{(6)}$

.....

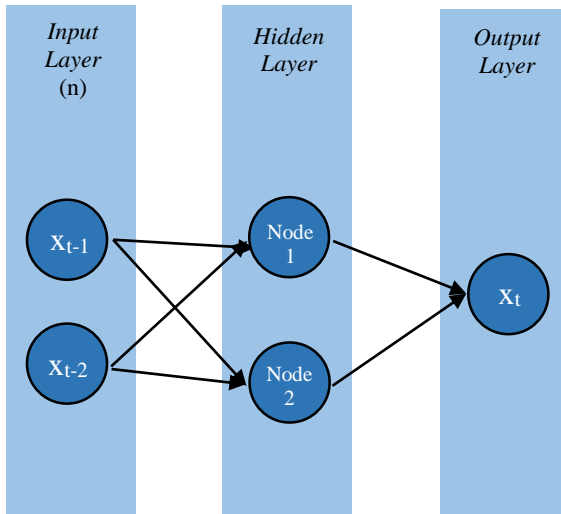
*n neuron input layer*

*Hidden layer* =  $z_{(n)}, z_{(n+1)}, \dots, z_{(3n)}$ .

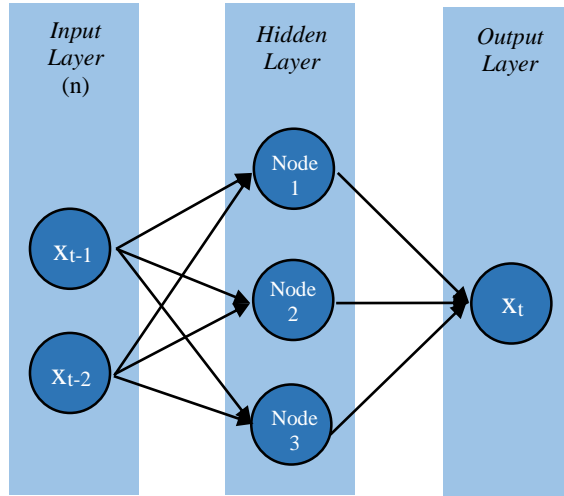
Keterangan:

$n$	= Jumlah <i>Neuron Input layer</i>
$z_{(1)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak 1
$z_{(2)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak 2
$z_{(3)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak 3
$z_{(4)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak 4
$z_{(5)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak 5
$z_{(6)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak 6
$z_{(n)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak $n$
$z_{(n+1)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak $n+1$
$z_{(3n)}$	= Jumlah <i>neuron hidden layer</i> sebanyak $3n$

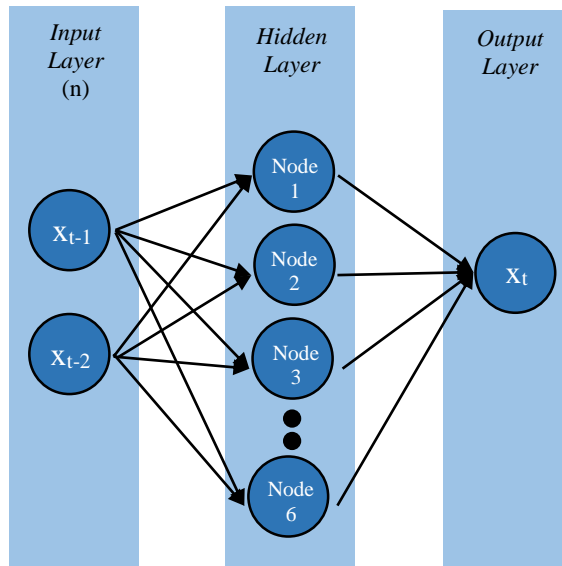
Berikut merupakan contoh model *Neural Network* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini pada Gambar 5.3, Gambar 5.4 dan Gambar 5.5. Model *Neural Network* yang digunakan sebagai contoh merupakan model dengan jumlah *neuron input layer* sebanyak 2 *node*.



Gambar 5.1 Model Neural Network 2 Neuron Input Layer dengan  $n$  Neuron Hidden Layer



Gambar 5.2 Model Neural Network 2 Neuron Input Layer dengan  $n+1$  Neuron Hidden Layer



Gambar 5.3 Model Neural Network 2 Neuron Input Layer dengan  $3n$  Neuron Hidden Layer

Keterangan gambar :

$n$  = Neuron Input layer  
 $x_t$  = Data minggu ini  
 $(x_{t-1})$  = Data 1 minggu sebelumnya  
 $(x_{t-2})$  = Data 2 minggu sebelumnya  
 Node 1 = Neuron hidden layer ke 1  
 Node 2 = Neuron hidden layer ke 2  
 Node 3 = Neuron hidden layer ke 3  
 Node 6 = Neuron hidden layer ke 6

### 5.3 Implementasi Model

Pembuatan model *Neural Network* yang telah dirancang sebelumnya dituangkan melalui pembuatan *script* pada *tools* MATLAB dengan maksud mengotomasi pekerjaan pembuatan model berdasarkan pengubahan parameter-parameter yang telah ditentukan. *Script* yang ada pada penelitian tugas akhir ini memiliki kemiripan kerangka dengan penelitian sebelumnya oleh Mochammad Yusuf Habibi [16].

#### 5.3.1 Penerapan Struktur Model *Neural Network*

Pada penelitian tugas akhir ini, penentuan parameter-parameter yang ada pada model *Neural Network* tertuang pada *script* yang ditampilkan pada Script 5.1

```

trainFunc={'trainlm' 'traingdx' 'traingda'};
learnFunc={'learngdm'};
transFunc={'logsig' 'tansig' 'purelin'};
momenFunc=[0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9];
learnrateFunc=[0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9];
  
```

*Script 5.1 Script Pengubahan Parameter*



Penjelasan dari Script 5.1 dijelaskan pada Tabel 5.1.

*Tabel 5.1 Penjelasan Script Pengubahan Parameter*

Script	Keterangan
trainFunc	Untuk membaca fungsi pelatihan ( <i>training function</i> ) yang telah dideklarasikan
learnFunc	Untuk membaca fungsi pembelajaran ( <i>adaption learning function</i> ) yang telah dideklarasikan
transFunc	Untuk membaca fungsi transfer ( <i>transfer function</i> ) yang telah dideklarasikan
momenFunc	Untuk membaca nilai <i>momentum</i> yang telah dideklarasikan
learnrateFunc	Untuk membaca nilai <i>learning rate</i> yang telah dideklarasikan

Setelah parameter telah dideklarasikan, selanjutnya membangun struktur jaringan dari *Multilayer Perceptron Neural Network* tertuang pada *script* yang ditampilkan pada Script 5.2.

```
net=newff(inputTraining, targetTraining, node,
    {cell2mat(transFunc(c)),'purelin'});
net.trainFcn=cell2mat(trainFunc(a));
net.trainParam.epochs=1500;
net.trainParam.lr=learnrateFunc(e);
net.trainParam.mc=momenFunc(d);
net.trainParam.max_fail=1500;
net.performFcn='mse';
net.layerWeights{1,1}.learnFcn=cell2mat(learnFunc(b));
```

*Script 5.2 Script Struktur Jaringan Neural Network*

Penjelasan dari Script 5.2 dijelaskan pada Tabel 5.2.

*Tabel 5.2 Penjelasan Script Struktur Jaringan Neural Network*

Script	Keterangan
net	Nama jaringan yang akan dibangun.
newff	Jenis jaringan yang dibangun yaitu <i>feedforward backpropagation</i> .
inputTraining	Untuk membaca kumpulan data yang digunakan sebagai data <i>input</i> pada saat proses <i>training</i> data.
targetTraining	Untuk membaca kumpulan data yang digunakan sebagai data <i>target/output</i> pada saat proses <i>training</i> data.
node	Untuk membaca jumlah <i>neuron</i> pada <i>hidden layer</i> .
cell2mat(transFunc(c))	Untuk membaca parameter fungsi transfer ( <i>transfer function</i> ) yang digunakan di <i>hidden layer</i> .
purelin	Mendeklarasikan parameter Purelin sebagai fungsi transfer ( <i>transfer function</i> ) yang digunakan di <i>output layer</i> .
net.trainFcn	Untuk melakukan proses <i>training</i> pada data.
cell2mat(trainFunc(a))	Untuk membaca parameter fungsi pelatihan ( <i>training function</i> ).
net.trainParam.epochs	Untuk menentukan jumlah dari parameter <i>epoch</i> yaitu 1500.

net.trainParam.lr	Untuk menentukan nilai dari parameter <i>learning rate</i> .
learnrateFunc(e)	Untuk membaca nilai parameter <i>learning rate</i> yang dideklarasikan.
net.trainParam.mc	Untuk menentukan nilai dari parameter <i>momentum</i> .
momenFunc(d)	Untuk membaca nilai parameter <i>momentum</i> yang dideklarasikan.
net.trainParam.max_fail	Untuk menentukan jumlah kegagalan maksimal saat validasi yaitu 1500.
net.performFcn	Untuk menentukan jenis uji performa yang digunakan.
mse	Uji performa yang digunakan yaitu <i>Mean Squared Error</i> .
net.layerWeights{1,1}.learnFcn	Untuk menentukan parameter fungsi pembelajaran ( <i>adaption learning function</i> ) yang digunakan.
cell2mat(learnFunc(b))	Untuk membaca parameter fungsi pembelajaran ( <i>adaption learning function</i> ).

### 5.3.2 Proses Training

Setelah struktur jaringan *Neural Network* dibentuk, selanjutnya melakukan proses *training* terhadap data set yang ada pada *input*. Proses *training* tertuang pada *script* yang ditampilkan pada Script 5.3.

```
[netTrain,tr]=train(net,inputTraining,targetTraining);
```

Script 5.3 Script Training

Penjelasan dari Script 5.3 dijelaskan pada Tabel 5.3.

*Tabel 5.3 Penjelasan Script Training*

Script	Keterangan
[netTrain, tr]	Untuk melakukan pengambilan dan penyimpanan model hasil <i>training</i> .
train	Untuk melakukan proses <i>training</i> .
net	Jaringan <i>Neural Network</i> yang dibangun sebelumnya.
inputTraining	Untuk membaca kumpulan data yang digunakan sebagai data <i>input</i> pada saat proses <i>training</i> data.
targetTraining	Untuk membaca kumpulan data yang digunakan sebagai data <i>output</i> pada saat proses <i>training</i> data.

### 5.3.3 Proses *Testing*

Setelah dilakukan *training*, maka selanjutnya dilakukan *testing* berdasarkan model hasil *training* tersebut. Proses *testing* tertuang pada *script* yang ditampilkan pada Script 5.4.

```
hasilSim=sim(netTrain,inputTesting);
...
```

*Script 5.4 Script Testing*

Penjelasan dari Script 5.4 dijelaskan pada Tabel 5.4.

*Tabel 5.4 Penjelasan Script Testing*

Script	Keterangan
hasilSim	<i>Output</i> nilai peramalan hasil dari model <i>testing</i> .
sim	Untuk melakukan proses <i>testing</i> .
inputTesting	Untuk membaca kumpulan data yang digunakan sebagai data <i>input</i> pada saat proses <i>testing</i> data.

#### 5.3.4 Uji Performa

Setelah proses *training* model dan *testing* model dilakukan, selanjutnya dilakukan uji performa dari tiap model untuk mengetahui tingkat kesalahan (*error*) yang dihasilkan. Proses uji performa tertuang pada *script* yang ditampilkan pada Script 5.5.

```
errorTest=hasilSim - targetTesting;
mseTest=mse(errorTest);
```

*Script 5.5 Script Uji Performa*

Penjelasan dari Script 5.5 dijelaskan pada Tabel 5.5.

*Tabel 5.5 Penjelasan Script Uji Performa*

Script	Keterangan
errorTest	Untuk menghitung selisih nilai peramalan dengan data aktual pada target di model <i>testing</i> .

hasilSim	<i>Output</i> nilai peramalan hasil dari model <i>testing</i> .
targetTesting	Untuk membaca kumpulan data yang digunakan sebagai data <i>target</i> pada saat proses <i>testing</i> data.
mseTest	Untuk menghitung performa <i>Mean Squared Error</i> dari model <i>testing</i> .

### 5.3.5 Penyimpanan Hasil *Output*

Setelah hasil *output* dari peramalan dan uji performa diperoleh, selanjutnya adalah menyimpan hasil tersebut kedalam bentuk file *excel* untuk mempermudah proses analisis. Proses penyimpanan hasil *output* ini tertuang pada *script* yang ditampilkan pada Script 5.6.

```

ModelNameNet=[num2str(a), '_', num2str(b), '_', num2str(c), '_',
num2str(d), '_', num2str(e), '_', num2str(node), 'netTrain','.mat'];
save(ModelNameNet, 'netTrain');

hasilSim=transpose(hasilSim);
z = [num2str(a), '_', num2str(b), '_', num2str(c), '_',
num2str(d), '_', num2str(e), '_', num2str(node)];
nilai = {z, mseTest};

checkforfile=exist(strcat(pwd,'\','HasilOutput.csv'),'file');
if checkforfile==0;
    headerHasil = {'Testing'};
    headerPerforma = {'Kode Model', 'Test MSE'};
    xlswrite('HasilOutput.csv', headerPerforma, 'HasilPerforma', 'A1');
    N=0;
else
    N=size(xlsread('HasilOutput.csv', 'HasilPerforma'),1);
end

xlswrite('HasilOutput.csv',headerHasil,z,'A1');
xlswrite('HasilOutput.csv',hasilSim,z,'A2');

AA=strcat('A',num2str(N+2));
xlswrite('HasilOutput.csv',nilai,'HasilPerforma',AA);

```

*Script 5.6 Script Penyimpanan Hasil Output*

Penjelasan dari Script 5.6 dijelaskan pada Tabel 5.6.

*Tabel 5.6 Penjelasan Script Penyimpanan Hasil Output*

Script	Keterangan
ModelNameNet	Struktur penamaan model <i>Neural Network</i> yang dihasilkan.
save(ModelNameNet, 'netTrain');	Untuk melakukan penyimpanan model <i>Neural Network</i> .
transpose(hasilSim)	Untuk <i>transpose</i> hasil <i>output testing</i> .

z	Struktur penamaan hasil <i>output</i> dan hasil uji performa berdasarkan model <i>Neural Network</i> yang dihasilkan.
nilai	Untuk membaca struktur penamaan, hasil uji performa <i>training</i> dan hasil uji performa <i>testing</i> .
headerHasil	Untuk membaca <i>header</i> yang digunakan pada lembar penyimpanan hasil <i>output</i> .
headerPerforma	Untuk membaca <i>header</i> yang digunakan pada lembar penyimpanan hasil uji performa.
checkforfile	Untuk mengecek ada tidaknya file <i>excel</i> yang digunakan untuk menyimpan hasil.
N=size(xlsread('HasilOutput.csv','HasilPerforma'),1);	Untuk menghitung banyak baris hasil uji performa yang ada pada lembar penyimpanan.
xlswrite('HasilOutput.csv',hasilSim,z,'B2');	Untuk menyimpan hasil <i>output</i> ke file <i>excel</i> .
AA	Untuk menentukan lokasi baris penyimpanan hasil uji performa berdasarkan baris terakhir yang ada.
xlswrite('HasilOutput.csv',nilai,'HasilPerforma',AA);	Untuk menyimpan hasil uji performa ke file <i>excel</i> .



### 5.3.6 Otomasi Iterasi Proses *Neural Network*

Untuk mempermudah pengerjaan dari penelitian tugas akhir ini, dilakukan pembuatan *script* fungsi *nested looping* yang bertujuan untuk melakukan otomasi iterasi proses *Neural Network* yang telah dirancang dan dibangun. Iterasi dimulai dari *learning rate*, *momentum*, fungsi transfer (*transfer function*), fungsi pembelajaran (*adaption learning function*), fungsi pelatihan (*training function*) dan diakhiri dengan jumlah *neuron hidden layer*. Proses otomasi ini tertuang pada *script* yang ditampilkan pada Script 5.7.

```
A=numel(trainFunc);
B=numel(learnFunc);
C=numel(transFunc);
D=numel(momenFunc);
E=numel(learnrateFunc);

for node=5:15
    for a=1:A
        for b=1:B
            for c=1:C
                for d=1:D
                    for e=1:E
```

*Script 5.7 Script Fungsi Nested Looping*

Penjelasan dari Script 5.7 dijelaskan pada Tabel 5.7.

*Tabel 5.7 Penjelasan Script Fungsi Nested Looping*

Script	Keterangan
numel	Untuk membaca jumlah elemen pada array yang dideklarasikan
node	Untuk membaca jumlah <i>neuron</i> pada <i>hidden layer</i> .

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB VI**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dan pembahasan terkait hasil *output* peramalan harga baja dunia. Pada bab ini akan dibahas mengenai penentuan model *Neural Network* bersama parameter-parameter yang mendukungnya yang akan digunakan untuk melakukan peramalan dari harga baja dunia.

#### **6.1 Hasil Model *Neural Network***

Pada bagian ini akan dibahas hasil dari percobaan pembuatan model yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini. Pembuatan model dilakukan dengan melakukan pengubahan pada jumlah *neuron* di *input layer*, jumlah *neuron* di *hidden layer* dan parameter yang terlibat. Melalui proses tersebut maka akan diperoleh banyak model *Neural Network* dimana model terbaik adalah model yang memiliki nilai *MSE* terendah, lalu akan dihitung tingkat akurasinya menggunakan *MAPE* melalui perbandingan data hasil peramalan dengan data aktualnya. Hasil model *neural network* yang ditampilkan pada bagian ini adalah model yang memiliki parameter *epoch* 1500 dikarenakan pada nilai *epoch* 1500 model terbaik diperoleh. Pada penelitian tugas akhir ini penambahan *neuron input layer* berhenti di 7 *neuron* atau 7 periode berdasarkan pembahasan pada subbab skenario pemrosesan data di bab sebelumnya.

##### **6.1.1 Model *Neural Network* dengan Jumlah *Neuron Input* 1**

Pada bagian ini digunakan jumlah *neuron* sebanyak 1 *node* pada *input layer* dan 1 hingga 3 *node* pada *hidden layer*. Dihasilkan jumlah model sebanyak 2.187 buah untuk satu kali percobaan dari tiga kali percobaan yang dilakukan yang merupakan kombinasi dari *hidden layer* dan parameter yang terlibat sehingga menghasilkan total 6.561 model. Pada proses ini diperoleh range nilai *MSE* terendah 104,4509 dengan *MAPE*

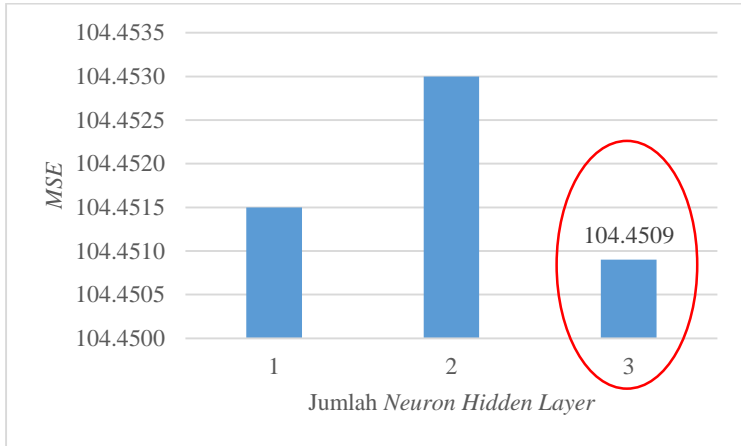
2,0729% hingga *MSE* tertinggi 13.471,59 dengan *MAPE* 24,3587%.

Maka, diambilah model terbaik yang memiliki nilai *MSE* sebesar 104,4509 dan *MAPE* sebesar 2,0729%. Pada model tersebut memiliki 3 *node* pada *hidden layer* dengan parameter fungsi pelatihan *Trainlm*, fungsi pembelajaran *Learngdm*, fungsi transfer *Purelin*, *momentum* 0,9, *learning rate* 0,8 dan *epoch* 1500. Berikut merupakan hasil perhitungan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* dari ketiga percobaan beserta parameter yang terlibat yang ditampilkan pada Tabel 6.1.

*Tabel 6.1 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 1*

Neuron Hidden	Train	Learn	Trans	Momen	Learning Rate	MSE	MAPE
1	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,4	104,4515	2,0819%
2	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,8	0,8	104,4530	2.0962%
3	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,9	0,8	104,4509	2,0729%

Untuk mempermudah dalam memilih *MSE* terendah, maka dijelaskan perbandingan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* yang ditampilkan pada grafik di Gambar 6.1. Nilai *MSE* terendah ditandai dengan lingkaran berwarna merah.



Gambar 6.1 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 1

#### 6.1.2 Model *Neural Network* dengan Jumlah Neuron Input 2

Selanjutnya, dilakukan dengan jumlah *neuron* sebanyak 2 *node* pada *input layer* dan 2 hingga 6 *node* pada *hidden layer*. Dihasilkan jumlah model sebanyak 3.645 buah untuk satu kali percobaan dari tiga kali percobaan yang dilakukan yang merupakan kombinasi dari *hidden layer* dan parameter yang terlibat sehingga menghasilkan total 10.935 model. Pada proses ini diperoleh range nilai *MSE* terendah 84,197 dengan *MAPE* 1,4438% hingga *MSE* tertinggi 170.166,0006 dengan *MAPE* 99,4279%.

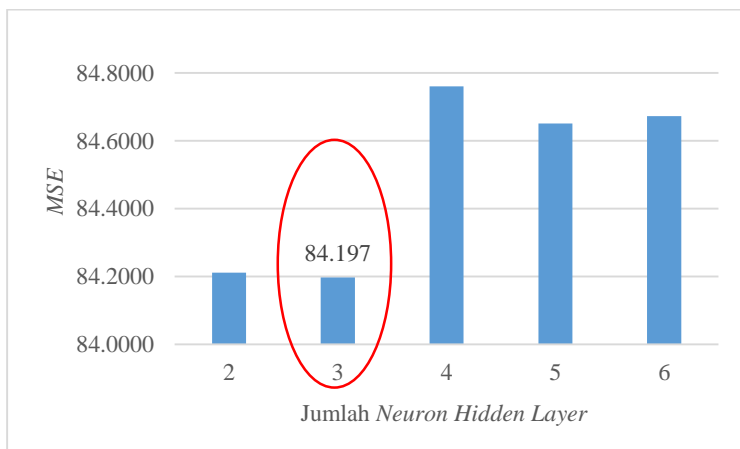
Sama seperti sebelumnya, dilakukan pencarian model terbaik yang memiliki nilai *MSE* yang paling rendah yaitu sebesar 84,197 dan nilai *MAPE* sebesar 1,4438%. Pada model tersebut memiliki 3 *node* pada *hidden layer* dengan parameter fungsi pelatihan *Trainlm*, fungsi pembelajaran *Learnsgdm*, fungsi transfer *Logsig*, *momentum* 0,5, *learning rate* 0,6 dan *epoch* 1500. Berikut merupakan hasil perhitungan kandidat *MSE*

terendah tiap *neuron hidden layer* dari ketiga percobaan beserta parameter yang terlibat yang ditampilkan pada Tabel 6.2.

*Tabel 6.2 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 2*

Neuron Hidden	Train	Learn	Trans	Momen	Learning Rate	MSE	MAPE
2	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Tansig</i>	0,5	0,7	84,2111	1,4649%
3	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Logsig</i>	0,5	0,6	84,1970	1,4438%
4	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,3	84,7603	1,4749%
5	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,4	0,4	84,6515	1,4658%
6	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,8	0,1	84,6730	1,4661%

Untuk mempermudah dalam memilih *MSE* terendah, maka dijelaskan perbandingan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* yang ditampilkan pada grafik di Gambar 6.2. Nilai *MSE* terendah ditandai dengan lingkaran berwarna merah.



*Gambar 6.2 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 2*

### 6.1.3 Model *Neural Network* dengan Jumlah *Neuron Input* 3

Selanjutnya, dilakukan dengan jumlah *neuron* sebanyak 3 *node* pada *input layer* dan 3 hingga 9 *node* pada *hidden layer*. Dihasilkan jumlah model sebanyak 5.103 buah untuk satu kali percobaan dari tiga kali percobaan yang dilakukan yang merupakan kombinasi dari *hidden layer* dan parameter yang terlibat sehingga menghasilkan total 15.309 model. Pada proses ini diperoleh range nilai *MSE* terendah 81,2041 dengan *MAPE* 1,4049% hingga *MSE* tertinggi 2.984,1813 dengan *MAPE* 7,8903%. Pada kasus penggunaan *neuron input* 3 ini, model yang dianggap tidak baik karena memiliki nilai *MSE* tertinggi diantara model lainnya pun memiliki nilai *MAPE* sebesar 7,8903% yang mana masih dibawah 10% dan tergolong sangat baik. Hal ini bisa terjadi kemungkinan dikarenakan data antar periode memiliki nilai yang tidak terpaut jauh perbedaannya.

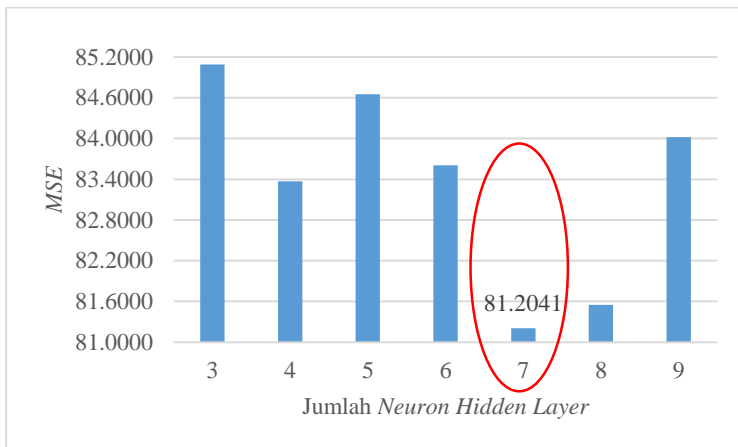
Maka, diambilah model terbaik yang memiliki nilai *MSE* sebesar 81,2041 dan nilai *MAPE* sebesar 1,4049%. Pada model tersebut memiliki 7 *node* pada *hidden layer* dengan parameter fungsi pelatihan *Traingda*, fungsi pembelajaran *Learngdm*, fungsi transfer *Tansig*, *momentum* 0,6, *learning rate* 0,9 dan *epoch* 1500. Berikut merupakan hasil perhitungan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* dari ketiga percobaan beserta parameter yang terlibat yang ditampilkan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Hasil Perhitungan *MSE Neuron Input* 3

Neuron Hidden	Train	Learn	Trans	Momen	Learning Rate	MSE	MAPE
3	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,8	0,2	85,0928	1,4591%
4	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Tansig</i>	0,8	0,6	83,3692	1,4334%
5	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,5	84,6550	1,4507%

6	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Tansig</i>	0,8	0,3	83,6045	1,4377%
7	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Tansig</i>	0,6	0,9	81,2041	1,4049%
8	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Logsig</i>	0,6	0,8	81,5478	1,4103%
9	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,9	0,7	84,0221	1,4446%

Untuk mempermudah dalam memilih *MSE* terendah, maka dijelaskan perbandingan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* yang ditampilkan pada grafik di Gambar 6.3. Nilai *MSE* terendah ditandai dengan lingkaran berwarna merah.



Gambar 6.3 Grafik Perbandingan Nilai *MSE* Neuron Input 3

#### 6.1.4 Model Neural Network dengan Jumlah Neuron Input 4

Selanjutnya, dilakukan dengan jumlah *neuron* sebanyak 4 *node* pada *input layer* dan 4 hingga 12 *node* pada *hidden layer*. Dihasilkan jumlah model sebanyak 6.561 buah untuk satu kali percobaan dari tiga kali percobaan yang dilakukan yang merupakan kombinasi dari *hidden layer* dan parameter yang terlibat sehingga menghasilkan total 19.683 model. Pada proses



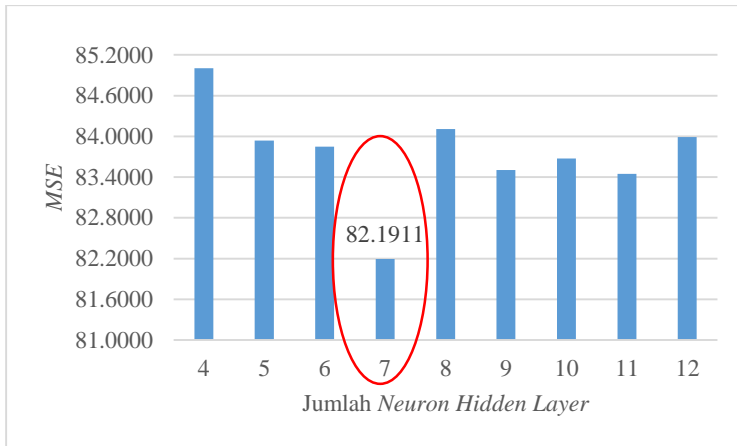
ini diperoleh range nilai *MSE* terendah 82,1911 dengan *MAPE* 1,4249% hingga *MSE* tertinggi 6.409,3294 dengan *MAPE* 11,6020%.

Maka, diambilah model terbaik yang memiliki nilai *MSE* sebesar 82,1911 dan nilai *MAPE* sebesar 1,4249%. Pada model tersebut memiliki 7 *node* pada *hidden layer* dengan parameter fungsi pelatihan *Trainlm*, fungsi pembelajaran *Learnngdm*, fungsi transfer *Logsig*, *momentum* 0,5, *learning rate* 0,2 dan *epoch* 1500. Berikut merupakan hasil perhitungan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* dari ketiga percobaan beserta parameter yang terlibat yang ditampilkan pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Hasil Perhitungan *MSE Neuron Input 4*

Neuron Hidden	Train	Learn	Trans	Momen	Learning Rate	MSE	MAPE
4	<i>Traingdx</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,4	0,5	85,0060	1,4603%
5	<i>Traingdx</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,8	83,9400	1,4482%
6	<i>Traingdx</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,3	0,9	83,8501	1,4473%
7	<i>Trainlm</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Logsig</i>	0,5	0,2	82,1911	1,4249%
8	<i>Traingdx</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,1	0,5	84,1075	1,4522%
9	<i>Traingdx</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,9	83,5024	1,4368%
10	<i>Traingdx</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,5	83,6720	1,4405%
11	<i>Traingdx</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,4	0,3	83,4469	1,4304%
12	<i>Traingdx</i>	<i>Learnngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,6	0,4	83,9894	1,4491%

Untuk mempermudah dalam memilih *MSE* terendah, maka dijelaskan perbandingan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* yang ditampilkan pada grafik di Gambar 6.4. Nilai *MSE* terendah ditandai dengan lingkaran berwarna merah.



Gambar 6.4 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 4

#### 6.1.5 Model Neural Network dengan Jumlah Neuron Input 5

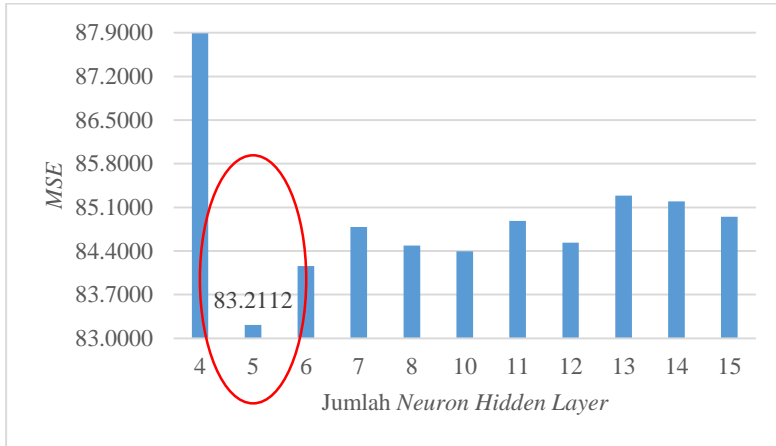
Selanjutnya, dilakukan dengan jumlah *neuron* sebanyak 5 *node* pada *input layer* dan 5 hingga 15 *node* pada *hidden layer*. Dihasilkan jumlah model sebanyak 8.019 buah untuk satu kali percobaan dari tiga kali percobaan yang dilakukan yang merupakan kombinasi dari *hidden layer* dan parameter yang terlibat sehingga menghasilkan total 24.057 model. Pada proses ini diperoleh range nilai *MSE* terendah 83,2112 dengan *MAPE* hingga 1,4299% hingga *MSE* tertinggi 13.949,9817 dengan *MAPE* 17,8110%.

Maka, diambilah model terbaik yang memiliki nilai *MSE* sebesar 83,2112 dan nilai *MAPE* sebesar 1,4299%. Pada model tersebut memiliki 6 *node* pada *hidden layer* dengan parameter fungsi pelatihan *Trainidx*, fungsi pembelajaran *Learnsgdm*, fungsi transfer *Purelin*, *momentum* 0,3, *learning rate* 0,4 dan *epoch* 1500 Berikut merupakan hasil perhitungan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* dari ketiga percobaan beserta parameter yang terlibat yang ditampilkan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 5

Neuron Hidden	Train	Learn	Trans	Momen	Learning Rate	MSE	MAPE
5	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,7	87,8934	1,5746%
6	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,3	0,4	83,2112	1,4299%
7	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,5	0,6	84,1607	1,4319%
8	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,2	84,7865	1,5107%
9	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,9	0,4	84,4880	1,4913%
10	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,8	0,7	84,3933	1,4865%
11	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,4	0,6	84,8839	1,5202%
12	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,1	0,7	84,5346	1,4993%
13	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,8	0,1	85,2891	1,5492%
14	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,5	85,1978	1,5409%
15	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,2	84,9484	1,5292%

Untuk mempermudah dalam memilih *MSE* terendah, maka dijelaskan perbandingan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* yang ditampilkan pada grafik di Gambar 6.5. Nilai *MSE* terendah ditandai dengan lingkaran berwarna merah.



Gambar 6.5 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 5

#### 6.1.6 Model Neural Network dengan Jumlah Neuron Input 6

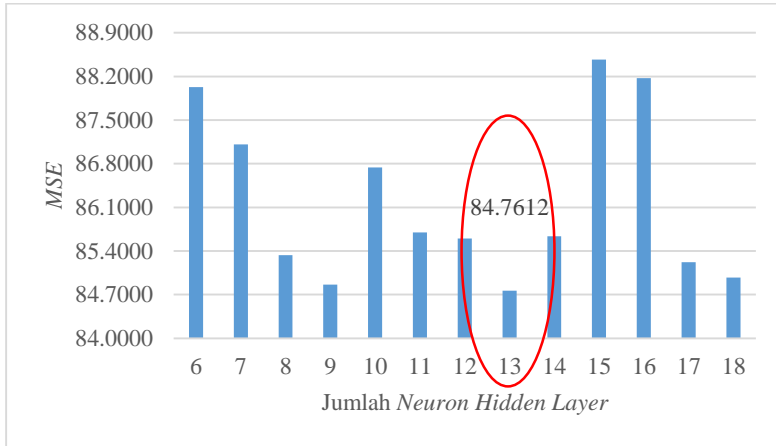
Selanjutnya, dilakukan dengan jumlah *neuron* sebanyak 6 *node* pada *input layer* dan 6 hingga 18 *node* pada *hidden layer*. Dihasilkan jumlah model sebanyak 9.477 buah untuk satu kali percobaan dari tiga kali percobaan yang dilakukan yang merupakan kombinasi dari *hidden layer* dan parameter yang terlibat sehingga menghasilkan total 28.431 model. Pada proses ini diperoleh range nilai *MSE* terendah 84,7612 dengan *MAPE* 1,5002% hingga *MSE* tertinggi 33.124,2784 dengan *MAPE* 25,8726%.

Maka, diambilah model terbaik yang memiliki nilai *MSE* sebesar 84,7612 dan nilai *MAPE* sebesar 1,5002%. Pada model tersebut memiliki 13 *node* pada *hidden layer* dengan parameter fungsi pelatihan *Trainidx*, fungsi pembelajaran *Learngdm*, fungsi transfer *Purelin*, *momentum* 0,3, *learning rate* 0,4 dan *epoch* 1500 Berikut merupakan hasil perhitungan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* dari ketiga percobaan beserta parameter yang terlibat yang ditampilkan pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 6

Neuron Hidden	Train	Learn	Trans	Momen	Learning Rate	MSE	MAPE
6	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Logsig</i>	0,2	0,7	88,0280	1,6112%
7	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,9	87,1111	1,5806%
8	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,9	0,3	85,3324	1,5488%
9	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Tansig</i>	0,7	0,5	84,8612	1,5145%
10	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,9	0,1	86,7416	1,5740%
11	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,5	0,6	85,6980	1,5699%
12	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,8	85,6009	1,5647%
13	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,3	0,4	84,7612	1,5002%
14	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,6	85,6377	1,5697%
15	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,5	0,6	88,4686	1,6383%
16	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,9	0,2	88,1733	1,6178%
17	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,5	85,2211	1,5408%
18	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Logsig</i>	0,5	0,7	84,9744	1,5206%

Untuk mempermudah dalam memilih *MSE* terendah, maka dijelaskan perbandingan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* yang ditampilkan pada grafik di Gambar 6.6. Nilai *MSE* terendah ditandai dengan lingkaran berwarna merah.



Gambar 6.6 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 6

#### 6.1.7 Model Neural Network dengan Jumlah Neuron Input 7

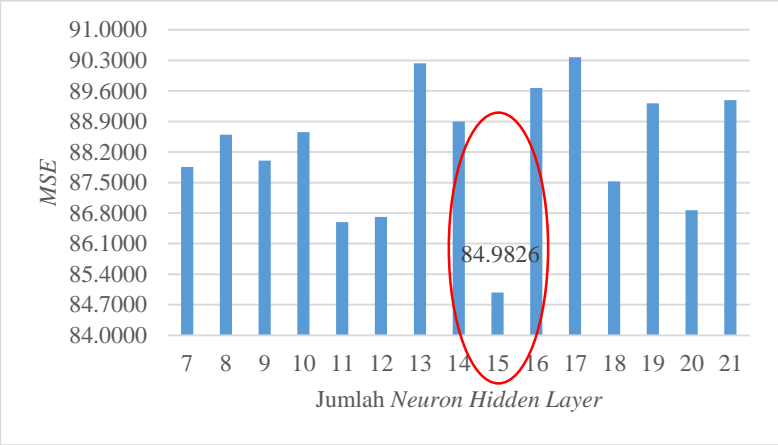
Selanjutnya, dilakukan dengan jumlah *neuron* sebanyak 7 *node* pada *input layer* dan 7 hingga 21 *node* pada *hidden layer*. Dihasilkan jumlah model sebanyak 10.935 buah untuk satu kali percobaan dari tiga kali percobaan yang dilakukan yang merupakan kombinasi dari *hidden layer* dan parameter yang terlibat sehingga menghasilkan total 32.805 model. Pada proses ini diperoleh range nilai *MSE* terendah 84,9826 dengan *MAPE* 1,5215% hingga *MSE* tertinggi 42.601,7001 dengan *MAPE* 41,5185% .

Maka, diambilah model terbaik yang memiliki nilai *MSE* sebesar 84,9826 dan nilai *MAPE* sebesar 1,5215%. Pada model tersebut memiliki 15 *node* pada *hidden layer* dengan parameter fungsi pelatihan *Traingda*, fungsi pembelajaran *Learngdm*, fungsi transfer *Purelin*, *momentum* 0,7, *learning rate* 0,6 dan *epoch* 1500 Berikut merupakan hasil perhitungan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* dari ketiga percobaan beserta parameter yang terlibat yang ditampilkan pada Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Hasil Perhitungan MSE Neuron Input 7

Neuron Hidden	Train	Learn	Trans	Momen	Learning Rate	MSE	MAPE
7	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,8	0,6	87.8566	1.5885%
8	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,6	0,1	88.5983	1.6321%
9	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,6	0,9	88.0058	1.6014%
10	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,6	0,9	88.6522	1.6368%
11	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,3	86.5959	1.5712%
12	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,9	0,7	86.7139	1.5788%
13	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,8	0,1	90.2342	1.6848%
14	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,8	88.8977	1.6388%
15	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,6	84.9826	1.5215%
16	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,9	0,9	89.6698	1.6793%
17	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,5	0,9	90.3720	1.6853%
18	<i>Traingda</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,5	0,2	87.5274	1.5829%
19	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,2	0,4	89.3171	1.6573%
20	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,6	86.8638	1.5793%
21	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,3	89.3878	1.6580%

Untuk mempermudah dalam memilih *MSE* terendah, maka dijelaskan perbandingan kandidat *MSE* terendah tiap *neuron hidden layer* yang ditampilkan pada grafik di Gambar 6.7. Nilai *MSE* terendah ditandai dengan lingkaran berwarna merah.



Gambar 6.7 Grafik Perbandingan Nilai MSE Neuron Input 7

6.2 Kesimpulan Hasil Model Neural Network

Dilakukan analisis lebih lanjut dari hasil yang telah diperoleh untuk menemukan model yang paling terbaik diantara kandidat yang ada pada tiap *neuron input layer*. Analisis dilakukan dengan mempresentasikan kandidat tiap *neuron input layer* pada suatu tabel yang ditampilkan pada Tabel 6.8 dan juga dilakukan perbandingan nilai *MSE* nya.

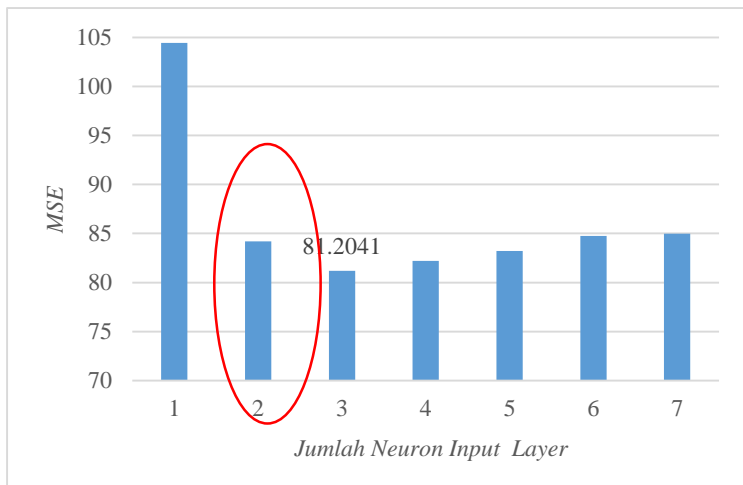
Tabel 6.8 Hasil Kandidat Model Neural Network Terbaik

Input	Neuron Hidden Layer	Train Function	Learn Function	Trans Function	Momen	Learn Rate	MSE	MAPE
1	3	Trainlm	Learngdm	Purelin	0,9	0,8	104.4509	2,0729%
2	3	Trainlm	Learngdm	Logsig	0,5	0,6	84.1970	1,4438%
3	7	Traingda	Learngdm	Tansig	0,6	0,9	81.2041	1,4049%



4	7	<i>Trainlm</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Logsig</i>	0,5	0,2	82.1911	1,4249%
5	6	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,3	0,4	83.2112	1,4299%
6	13	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,3	0,4	84,7612	1,5002%
7	15	<i>Traingdx</i>	<i>Learngdm</i>	<i>Purelin</i>	0,7	0,6	84,9826	1.5215%

Untuk mempermudah dalam memperoleh nilai *MSE* yang paling rendah, pada Gambar 6.8 ditampilkan grafik yang membandingkan nilai *MSE* dari kandidat model tiap *neuron input layer*. Nilai *MSE* terendah ditandai dengan lingkaran berwarna merah



Gambar 6.8 Grafik Perbandingan Nilai *MSE*

Berdasarkan Gambar 6.8, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai *MSE* terendah adalah 81,2041 yaitu model dengan jumlah *neuron* 3 pada *input layer*.

Suatu model dikatakan terbaik jika memiliki nilai *MSE* paling rendah dibanding model-model lain yang ada. Pada penelitian tugas akhir ini, hasilnya adalah model yang memiliki jumlah

*neuron 3 pada input layer dan jumlah neuron 7 pada hidden layer dengan parameter-parameternya. Tabel 6.9 memperlihatkan hasil percobaan terhadap pengubahan parameter yang dilakukan untuk nilai harga baja dunia produk Baja Canai Panas.*

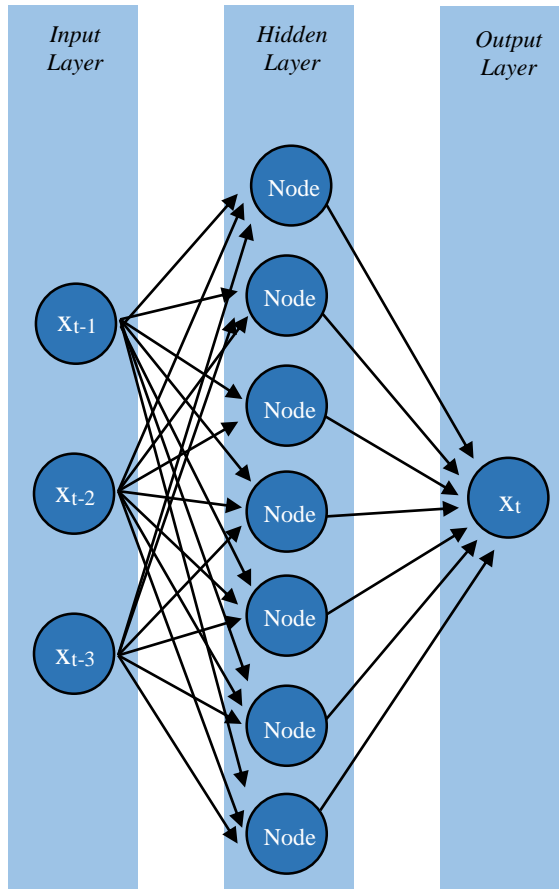
*Tabel 6.9 Hasil Parameter Optimal Harga Baja Dunia*

Parameter	Keterangan
<i>Training function</i>	<i>Traingda</i>
<i>Adaption learning function</i>	<i>Learngdm</i>
<i>Transfer function</i>	<i>Tansig</i>
<i>Momentum</i>	0,6
<i>Learning rate</i>	0,9
<i>Epoch</i>	1500

Pengubahan parameter dilakukan secara *trial and error* dan dilakukan kombinasi terhadap parameter-parameter yang digunakan dalam proses *Neural Network* yang terdiri dari 3 jenis *training function*, 1 jenis *adaption learning function*, 3 jenis *transfer function*, 9 nilai *momentum*, 9 nilai *learning rate* dan 1 nilai *epoch*. Pada percobaan ini, parameter yang optimal diperoleh dari kombinasi *training function Traingda*, *adaption learning function Learngdm*, *transfer function Tamsig*, *momentum 0,6*, *learning rate 0,9* dan *epoch 1500*.

Maka, didapatkan model terbaik untuk proses *Neural Network* terhadap harga baja dunia produk Baja Canai Panas dengan model 3 – 7 – 1 dimana 3 adalah *neuron* dari *input layer*, 7 adalah *neuron* dari *hidden layer* dan 1 adalah *neuron* dari *output*

layer. Berikut merupakan model *Neural Network* 3 – 7 – 1 yang terdapat pada Gambar 6.9.

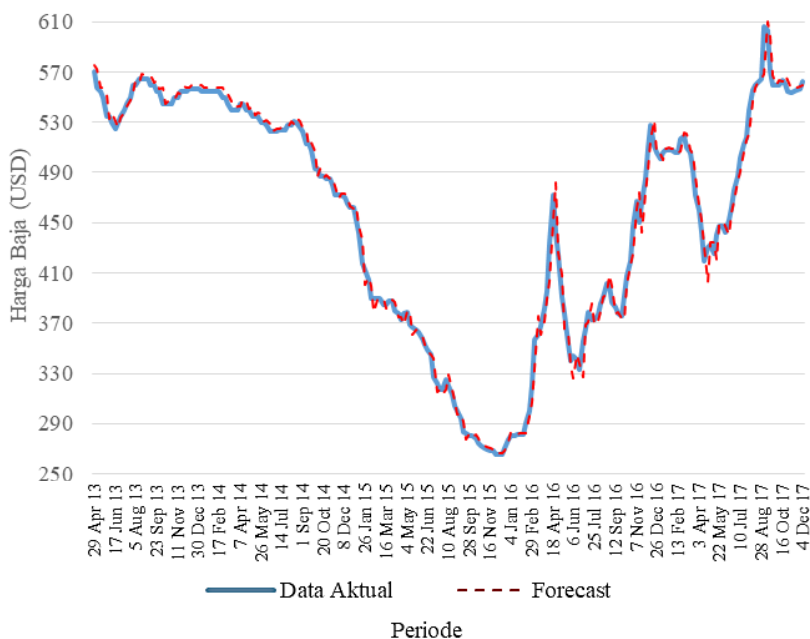


Gambar 6.9 Model 3 – 7 – 1 Neural Network

### 6.3 Hasil Proses *Testing*

Pada bagian sebelumnya, telah dijelaskan pencarian nilai *MSE* terendah dari tiap *neuron input layer* dan ditemukan bahwa nilai *MSE* terendah adalah 81,2041 pada *neuron 3 input layer*.

Selanjutnya, dilakukan perbandingan hasil peramalan yang telah dilakukan saat proses *Neural Network* terhadap data aktual yang ada serta pencarian nilai *MAPE* untuk mengetahui tingkat persentase akurasi hasil peramalan terhadap data aktual. Hasil peramalan dari proses *testing* ini dapat dilihat pada Lampiran B. Berikut merupakan perbandingan data aktual dengan hasil peramalan harga baja dunia dari proses *testing* yang ditampilkan grafik pada Gambar 6.10

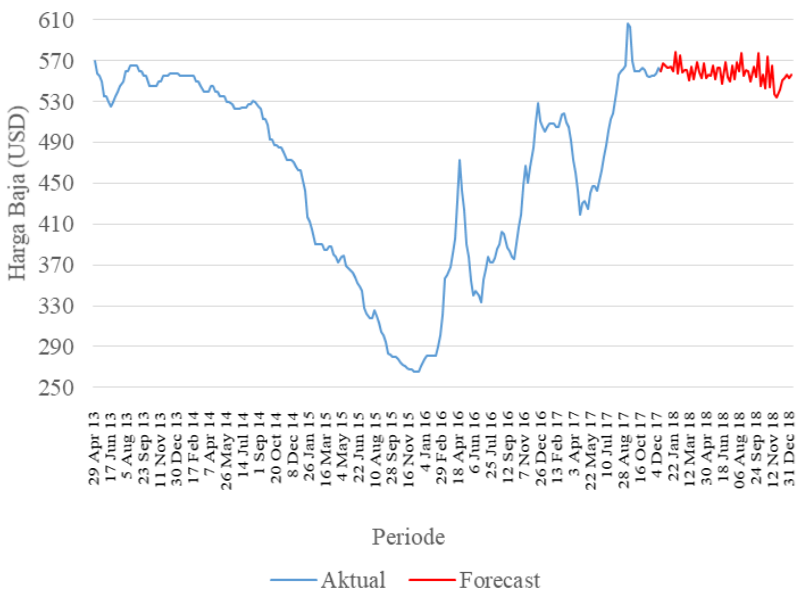


Gambar 6.10 Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Peramalan

Pada peramalan hasil proses *testing*, diperoleh nilai *MAPE* sebesar 1,4049% yang menyatakan nilai tersebut adalah sangat baik. Dimana nilai *MAPE* dikatakan sangat baik apabila nilai *error* yang dihasilkan kurang dari 10%, dikatakan baik apabila nilai *error* yang dihasilkan memiliki rentang 10% - 20%, dikatakan cukup apabila nilai *error* yang dihasilkan memiliki rentang 21% - 50% sedangkan dikatakan buruk apabila nilai *error* melebihi 50%.

#### 6.4 Hasil Peramalan Kedepan

Setelah diperoleh model terbaik, maka model tersebut akan diimplementasikan untuk melakukan peramalan periode kedepannya. Peramalan dilakukan selama satu tahun kedepan dengan periode mingguan. Hasil peramalan ini dapat dilihat pada Lampiran C. Berikut merupakan plot data hasil peramalan satu tahun kedepan yang ditampilkan grafik pada Gambar 6.11



Gambar 6.11 Peramalan Satu Tahun Kedepan

Berdasarkan Gambar 6.11, hasil peramalan mengalami kenaikan dan penurunan harga namun cenderung stabil.

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan guna pengembangan lebih lanjut dari penelitian agar lebih baik.

#### **7.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari uji coba pada penelitian tugas akhir ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Metode *Backpropagation Neural Network* dapat diterapkan untuk melakukan peramalan harga baja dunia produk Baja Canai Panas.
2. Perancangan model *Neural Network* untuk peramalan harga baja dunia produk Baja Canai Panas menghasilkan model dengan 1 lapisan *hidden layer* yaitu  $3 - 7 - 1$  (3 *neuron input*, 7 *neuron hidden*, 1 *neuron output*).
3. Model yang paling optimal memiliki nilai *MAPE* sebesar 1,4049% pada saat melakukan *testing* model. Hal ini menjelaskan bahwa peramalan harga baja dunia produk Baja Canai Panas menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* menghasilkan keakuratan yang sangat baik.

#### **7.2 Saran**

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini, saran yang dapat diberikan bagi penelitian selanjutnya adalah:

1. Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat, disarankan untuk menggunakan data yang memiliki periode yang lebih panjang lagi.
2. Percobaan yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini terbatas pada 1 variabel yaitu data harga baja dunia produk

Baja Canai Panas. Pada penelitian berikutnya disarankan untuk menambah variabel lainnya seperti tingkat permintaan baja produk Baja Canai Panas, harga minyak dunia, dan lain lain sehingga dihasilkan model yang lebih baik dan akurat.

3. *Tools* yang digunakan dalam penelitian ini adalah MATLAB, disarankan untuk mencoba menggunakan *tools* lain seperti R Studio, Phyton, dan lain lain sehingga memungkinkan memberikan hasil yang lebih akurat.
4. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga baja dunia pada produk Baja Canai Panas, disarankan untuk menggunakan data harga baja dunia untuk produk lainnya seperti Baja Canai Dingin, Batang Kawat, dan lain lain..



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2013, Januari) [Online]. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/5422/Peran-Sektor-Industri-dalam-Mendorong-Pertumbuhan-Ekonomi-Nasional> Diakses pada 23 Januari 2018.
- [2] Hiras Manulang dan Hasni, “Peranan Sektor Baja Dalam Perekonomian Indonesia”, *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, Vol. 5 No. 1, Juli 2011.
- [3] Tribun News Bisnis. (2015, Januari) [Online]. <http://www.tribunnews.com/bisnis/2015/01/13/baja-indonesia-berpeluang-rajai-pasar-asean> Diakses pada 23 Januari 2018.
- [4] Kebijakan Besi Atau Baja. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia [Online]. <http://bkti-pii.or.id/home/wp-content/uploads/2015/01/Kebijakan%20Besi%20dan%20Baja%20210115.ppt>. Diunduh pada 23 Januari 2018.
- [5] Vlad, Sorin. *On The Prediction Methods Using Neural Network*. Romania: Economic Sciences and Public Administration, Informatic Departement, University of Suceava. 2004.
- [6] Chou, Ming-Tao. *An application of Fuzzy Time Series: A Long Range Forecasting Method in the Global Steel Price Index Forecast*. Taiwan: Departement of Aviation and Maritime Transportation Management, Chang Jung Christian University. 2012.
- [7] P.Singh, Kunwar. *et all. Artificial Neural Network Modelling of the River Water Quality – Case Study*. India: Environmental Chemistry Division, Indian Institute of Toxicology Research. 2009.
- [8] C. Chen, Joseph. Hrushikesh R Narala, Naga. *Forecasting Currency Exchange Rates via Feedforward Backpropagation Neural Network*. USA:

Department of Industrial & Manufacturing Engineering & Technology, Bradley University. 2017.

- [9] Jay Heizer, Barry Render. 2005. *Operation Management 7<sup>th</sup> edition*. Prentice Hall, New Jersey.
- [10] Steven C Wheelwright, *et all*. 1998. *Forecasting: Methods and Application 3<sup>rd</sup> edition*. John Wiley & Sons, New York.
- [11] Simon Haykin. 2009. *Neural Network and Learning Machines 3<sup>rd</sup> edition*. Prentice Hall, New Jersey.
- [12] Sukma Puspitorini, “Penyelesaian Masalah Travelling Salesman Problem Dengan Jaringan Syaraf Self Organizing”, *Media Informatika*, Vol. 6 No. 1, Juni 2008, pp. 39-55.
- [13] Sri Kusumadewi. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [14] Michael Negnevitsky. 2005. *Artificial Intelligent: A Guide to Intelligent Systems 2<sup>nd</sup> edition*. Addison-Wesley, Harlow.
- [15] Juan José Montaña Moreno, *et all*, “Using the R-MAPE Index as A Resistant Measure of Forecast Accuracy”, *Psicothema*, Vol. 25 No. 4, Mei 2013, pp. 500-506.
- [16] Mochammad Yusuf Habibi. 2017. *Peramalan Harga Garam Konsumsi Menggunakan Metode Artificial Neural Network Feedforward-Backpropagation (Studi kasus: PT. Garam Mas, Rembang, Jawa Tengah)*. Tugas Akhir. ITS

## BIODATA PENULIS



Penulis dari penelitian ini memiliki nama lengkap Raditya Chandra Pradipta. Lahir di Surabaya pada 16 Februari 1996 yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Riwayat pendidikan penulis yaitu TK YPWKS 4, SD YPWKS 5, SMP Negeri 2 Cilegon, SMA Negeri 2 Krakatau Steel Cilegon, dan melanjutkan ke pendidikan perguruan tinggi di Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Infomasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember angkatan 2014 melalui jalur SBMPTN dengan nomor induk mahasiswa 05211440000141.

Selama masa kuliah, penulis bergabung di Unit Kegiatan Mahasiswa Bridge ITS sebagai anggota aktif selama 2 tahun dan pengurus aktif selama 1 tahun. Lalu penulis juga bergabung di Elemen Pengkaderisasi MANAGE Departemen Sistem Informasi sebagai Kakak Penamping selama 1 tahun. Dan juga banyak mengikuti kepanitiaan pada acara Fakultas atau pun Departemen. Selain aktif di lingkungan kampus, penulis juga aktif berorganisasi di lingkungan luar kampus berkaitan dengan hobi penulis, yaitu pengurus aktif bidang Media Sosial di komunitas Motor Touring Adventure selama 1 tahun.

Penulis mengambil bidang minat Rekayasa Data dan Intelegensia Bisnis (RDIB) di Departemen Sistem Informasi ITS. Apabila terdapat pertanyaan seputar penelitian tugas akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui *email* [radityachandrapradipta@gmail.com](mailto:radityachandrapradipta@gmail.com)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN A

Pada lampiran A berisi data yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini yaitu harga baja dunia produk Baja Canai Panas (*Hot Rolled Coil*) periode Januari 2000 hingga Desember 2017.

Periode	Harga (USD)
17 Jan 00	295
24 Jan 00	295
31 Jan 00	295
7 Feb 00	295
14 Feb 00	295
21 Feb 00	295
28 Feb 00	295
6 Mar 00	310
13 Mar 00	310
20 Mar 00	310
27 Mar 00	310
3 Apr 00	310
10 Apr 00	310
17 Apr 00	310
24 Apr 00	310
1 May 00	305
8 May 00	305

15 May 00	305
22 May 00	305
29 May 00	305
5 Jun 00	295
12 Jun 00	295
19 Jun 00	295
26 Jun 00	295
3 Jul 00	285
10 Jul 00	285
17 Jul 00	285
24 Jul 00	285
31 Jul 00	285
7 Aug 00	255
14 Aug 00	255
21 Aug 00	255
28 Aug 00	255
4 Sep 00	245
11 Sep 00	245
18 Sep 00	245
25 Sep 00	245
2 Oct 00	245
9 Oct 00	245
16 Oct 00	245

23 Oct 00	245
30 Oct 00	245
6 Nov 00	237.5
13 Nov 00	237.5
20 Nov 00	237.5
27 Nov 00	237.5
4 Dec 00	225
11 Dec 00	225
18 Dec 00	225
25 Dec 00	225
1 Jan 01	210
8 Jan 01	210
15 Jan 01	210
22 Jan 01	210
29 Jan 01	210
5 Feb 01	215
12 Feb 01	215
19 Feb 01	215
26 Feb 01	215
5 Mar 01	240
12 Mar 01	240
19 Mar 01	240
26 Mar 01	240

2 Apr 01	242.5
9 Apr 01	242.5
16 Apr 01	242.5
23 Apr 01	242.5
30 Apr 01	242.5
7 May 01	235
14 May 01	235
21 May 01	235
28 May 01	235
4 Jun 01	237.5
11 Jun 01	237.5
18 Jun 01	237.5
25 Jun 01	237.5
2 Jul 01	220
9 Jul 01	220
16 Jul 01	220
23 Jul 01	220
30 Jul 01	220
6 Aug 01	210
13 Aug 01	210
20 Aug 01	210
27 Aug 01	210
3 Sep 01	210



10 Sep 01	210
17 Sep 01	210
24 Sep 01	210
1 Oct 01	205
8 Oct 01	205
15 Oct 01	205
22 Oct 01	205
29 Oct 01	205
5 Nov 01	205
12 Nov 01	205
19 Nov 01	205
26 Nov 01	205
3 Dec 01	205
10 Dec 01	205
17 Dec 01	205
24 Dec 01	205
31 Dec 01	205
7 Jan 02	210
14 Jan 02	210
21 Jan 02	210
28 Jan 02	210
4 Feb 02	215
11 Feb 02	215

18 Feb 02	215
25 Feb 02	215
4 Mar 02	210
11 Mar 02	210
18 Mar 02	210
25 Mar 02	210
1 Apr 02	230
8 Apr 02	230
15 Apr 02	230
22 Apr 02	230
29 Apr 02	230
6 May 02	245
13 May 02	245
20 May 02	245
27 May 02	245
3 Jun 02	275
10 Jun 02	275
17 Jun 02	275
24 Jun 02	275
1 Jul 02	275
8 Jul 02	275
15 Jul 02	275
22 Jul 02	275

29 Jul 02	275
5 Aug 02	265
12 Aug 02	265
19 Aug 02	265
26 Aug 02	265
2 Sep 02	270
9 Sep 02	270
16 Sep 02	270
23 Sep 02	270
30 Sep 02	270
7 Oct 02	285
14 Oct 02	285
21 Oct 02	285
28 Oct 02	285
4 Nov 02	297.5
11 Nov 02	297.5
18 Nov 02	297.5
25 Nov 02	297.5
2 Dec 02	315
9 Dec 02	315
16 Dec 02	315
23 Dec 02	315
30 Dec 02	315

6 Jan 03	335
13 Jan 03	335
20 Jan 03	335
27 Jan 03	335
3 Feb 03	340
10 Feb 03	340
17 Feb 03	340
24 Feb 03	340
3 Mar 03	300
10 Mar 03	300
17 Mar 03	300
24 Mar 03	300
31 Mar 03	300
7 Apr 03	280
14 Apr 03	280
21 Apr 03	280
28 Apr 03	280
5 May 03	270
12 May 03	270
19 May 03	270
26 May 03	270
2 Jun 03	280
9 Jun 03	280

16 Jun 03	280
23 Jun 03	280
30 Jun 03	280
7 Jul 03	290
14 Jul 03	290
21 Jul 03	290
28 Jul 03	290
4 Aug 03	310
11 Aug 03	310
18 Aug 03	310
25 Aug 03	310
1 Sep 03	300
8 Sep 03	300
15 Sep 03	300
22 Sep 03	300
29 Sep 03	300
6 Oct 03	315
13 Oct 03	315
20 Oct 03	315
27 Oct 03	315
3 Nov 03	340
10 Nov 03	340
17 Nov 03	340

24 Nov 03	340
1 Dec 03	370
8 Dec 03	370
15 Dec 03	370
22 Dec 03	370
29 Dec 03	370
5 Jan 04	400
12 Jan 04	400
19 Jan 04	400
26 Jan 04	400
2 Feb 04	490
9 Feb 04	490
16 Feb 04	490
23 Feb 04	490
1 Mar 04	480
8 Mar 04	480
15 Mar 04	480
22 Mar 04	480
29 Mar 04	480
5 Apr 04	480
12 Apr 04	480
19 Apr 04	480
26 Apr 04	480

3 May 04	465
10 May 04	465
17 May 04	465
24 May 04	465
31 May 04	465
7 Jun 04	440
14 Jun 04	440
21 Jun 04	440
28 Jun 04	440
5 Jul 04	500
12 Jul 04	500
19 Jul 04	500
26 Jul 04	500
2 Aug 04	560
9 Aug 04	560
16 Aug 04	560
23 Aug 04	560
30 Aug 04	560
6 Sep 04	570
13 Sep 04	570
20 Sep 04	570
27 Sep 04	570
4 Oct 04	580

11 Oct 04	580
18 Oct 04	580
25 Oct 04	580
1 Nov 04	577.5
8 Nov 04	577.5
15 Nov 04	577.5
22 Nov 04	577.5
29 Nov 04	577.5
6 Dec 04	585
13 Dec 04	585
20 Dec 04	585
27 Dec 04	585
3 Jan 05	595
10 Jan 05	595
17 Jan 05	595
24 Jan 05	595
31 Jan 05	595
7 Feb 05	620
14 Feb 05	620
21 Feb 05	620
28 Feb 05	620
7 Mar 05	635
14 Mar 05	635



21 Mar 05	635
28 Mar 05	635
4 Apr 05	615
11 Apr 05	615
18 Apr 05	615
25 Apr 05	615
2 May 05	540
9 May 05	540
16 May 05	540
23 May 05	540
30 May 05	540
6 Jun 05	425
13 Jun 05	425
20 Jun 05	425
27 Jun 05	425
4 Jul 05	405
11 Jul 05	405
18 Jul 05	405
25 Jul 05	405
1 Aug 05	425
8 Aug 05	425
15 Aug 05	425
22 Aug 05	425

29 Aug 05	425
5 Sep 05	440
12 Sep 05	440
19 Sep 05	440
26 Sep 05	440
3 Oct 05	435
10 Oct 05	435
17 Oct 05	435
24 Oct 05	435
31 Oct 05	435
7 Nov 05	395
14 Nov 05	395
21 Nov 05	395
28 Nov 05	395
5 Dec 05	395
12 Dec 05	395
19 Dec 05	395
26 Dec 05	395
2 Jan 06	385
9 Jan 06	385
16 Jan 06	385
23 Jan 06	385
30 Jan 06	385

6 Feb 06	395
13 Feb 06	395
20 Feb 06	395
27 Feb 06	395
6 Mar 06	455
13 Mar 06	455
20 Mar 06	455
27 Mar 06	455
3 Apr 06	510
10 Apr 06	510
17 Apr 06	510
24 Apr 06	510
1 May 06	535
8 May 06	535
15 May 06	535
22 May 06	535
29 May 06	535
5 Jun 06	555
12 Jun 06	555
19 Jun 06	555
26 Jun 06	555
3 Jul 06	540
10 Jul 06	540

17 Jul 06	540
24 Jul 06	540
31 Jul 06	540
7 Aug 06	495
14 Aug 06	495
21 Aug 06	495
28 Aug 06	495
4 Sep 06	495
11 Sep 06	495
18 Sep 06	495
25 Sep 06	495
2 Oct 06	505
9 Oct 06	505
16 Oct 06	505
23 Oct 06	505
30 Oct 06	505
6 Nov 06	505
13 Nov 06	505
20 Nov 06	505
27 Nov 06	505
4 Dec 06	490
11 Dec 06	490
18 Dec 06	490

25 Dec 06	490
1 Jan 07	515
8 Jan 07	515
15 Jan 07	515
22 Jan 07	515
29 Jan 07	515
5 Feb 07	535
12 Feb 07	535
19 Feb 07	535
26 Feb 07	535
5 Mar 07	560
12 Mar 07	560
19 Mar 07	560
26 Mar 07	560
2 Apr 07	580
9 Apr 07	580
16 Apr 07	580
23 Apr 07	580
30 Apr 07	580
7 May 07	590
14 May 07	590
21 May 07	590
28 May 07	590

4 Jun 07	565
11 Jun 07	565
18 Jun 07	565
25 Jun 07	565
2 Jul 07	555
9 Jul 07	555
16 Jul 07	555
23 Jul 07	555
30 Jul 07	555
6 Aug 07	565
13 Aug 07	565
20 Aug 07	565
27 Aug 07	565
3 Sep 07	605
10 Sep 07	605
17 Sep 07	605
24 Sep 07	605
1 Oct 07	630
8 Oct 07	630
15 Oct 07	630
22 Oct 07	630
29 Oct 07	630
5 Nov 07	640

12 Nov 07	640
19 Nov 07	640
26 Nov 07	640
3 Dec 07	675
10 Dec 07	675
17 Dec 07	675
24 Dec 07	675
31 Dec 07	675
7 Jan 08	707.5
14 Jan 08	707.5
21 Jan 08	707.5
28 Jan 08	707.5
4 Feb 08	770
11 Feb 08	770
18 Feb 08	770
25 Feb 08	770
3 Mar 08	875
10 Mar 08	875
17 Mar 08	875
24 Mar 08	875
31 Mar 08	875
7 Apr 08	965
14 Apr 08	965

21 Apr 08	965
28 Apr 08	965
5 May 08	1015
12 May 08	1015
19 May 08	1015
26 May 08	1015
2 Jun 08	1065
9 Jun 08	1065
16 Jun 08	1075
23 Jun 08	1075
30 Jun 08	1075
7 Jul 08	1075
14 Jul 08	1090
21 Jul 08	1055
28 Jul 08	1040
4 Aug 08	1015
11 Aug 08	1015
18 Aug 08	990
25 Aug 08	955
1 Sep 08	890
8 Sep 08	875
15 Sep 08	865
22 Sep 08	875



29 Sep 08	855
6 Oct 08	775
13 Oct 08	725
20 Oct 08	625
27 Oct 08	525
3 Nov 08	475
10 Nov 08	485
17 Nov 08	480
24 Nov 08	480
1 Dec 08	465
8 Dec 08	425
15 Dec 08	435
22 Dec 08	435
29 Dec 08	435
5 Jan 09	460
12 Jan 09	475
19 Jan 09	495
26 Jan 09	495
2 Feb 09	495
9 Feb 09	485
16 Feb 09	477.5
23 Feb 09	445
2 Mar 09	425

9 Mar 09	405
16 Mar 09	400
23 Mar 09	410
30 Mar 09	400
6 Apr 09	410
13 Apr 09	410
20 Apr 09	420
27 Apr 09	420
4 May 09	420
11 May 09	435
18 May 09	435
25 May 09	445
1 Jun 09	460
8 Jun 09	495
15 Jun 09	500
22 Jun 09	505
29 Jun 09	517.5
6 Jul 09	540
13 Jul 09	545
20 Jul 09	555
27 Jul 09	580
3 Aug 09	595
10 Aug 09	595

17 Aug 09	580
24 Aug 09	570
31 Aug 09	565
7 Sep 09	550
14 Sep 09	550
21 Sep 09	535
28 Sep 09	515
5 Oct 09	510
12 Oct 09	500
19 Oct 09	495
26 Oct 09	495
2 Nov 09	495
9 Nov 09	495
16 Nov 09	515
23 Nov 09	530
30 Nov 09	530
7 Dec 09	530
14 Dec 09	530
21 Dec 09	530
28 Dec 09	540
4 Jan 10	570
11 Jan 10	575
18 Jan 10	580

25 Jan 10	570
1 Feb 10	570
8 Feb 10	570
15 Feb 10	570
22 Feb 10	590
1 Mar 10	590
8 Mar 10	610
15 Mar 10	650
22 Mar 10	690
29 Mar 10	695
5 Apr 10	695
12 Apr 10	705
19 Apr 10	705
26 Apr 10	705
3 May 10	705
10 May 10	680
17 May 10	645
24 May 10	625
31 May 10	625
7 Jun 10	625
14 Jun 10	610
21 Jun 10	610
28 Jun 10	610

5 Jul 10	610
12 Jul 10	600
19 Jul 10	600
26 Jul 10	602.5
2 Aug 10	605
9 Aug 10	610
16 Aug 10	615
23 Aug 10	615
30 Aug 10	615
6 Sep 10	615
13 Sep 10	615
20 Sep 10	615
27 Sep 10	615
4 Oct 10	615
11 Oct 10	615
18 Oct 10	615
25 Oct 10	605
1 Nov 10	600
8 Nov 10	605
15 Nov 10	605
22 Nov 10	605
29 Nov 10	605
6 Dec 10	605

13 Dec 10	605
20 Dec 10	617.5
27 Dec 10	640
3 Jan 11	655
10 Jan 11	685
17 Jan 11	715
24 Jan 11	720
31 Jan 11	725
7 Feb 11	725
14 Feb 11	730
21 Feb 11	730
28 Feb 11	740
7 Mar 11	730
14 Mar 11	730
21 Mar 11	730
28 Mar 11	730
4 Apr 11	730
11 Apr 11	725
18 Apr 11	725
25 Apr 11	725
2 May 11	725
9 May 11	725
16 May 11	725

23 May 11	725
30 May 11	725
6 Jun 11	725
13 Jun 11	725
20 Jun 11	715
27 Jun 11	715
4 Jul 11	710
11 Jul 11	710
18 Jul 11	710
25 Jul 11	720
1 Aug 11	730
8 Aug 11	730
15 Aug 11	730
22 Aug 11	730
29 Aug 11	730
5 Sep 11	730
12 Sep 11	730
19 Sep 11	730
26 Sep 11	730
3 Oct 11	715
10 Oct 11	685
17 Oct 11	655
24 Oct 11	645

31 Oct 11	630
7 Nov 11	630
14 Nov 11	630
21 Nov 11	630
28 Nov 11	630
5 Dec 11	630
12 Dec 11	630
19 Dec 11	630
26 Dec 11	630
2 Jan 12	630
9 Jan 12	630
16 Jan 12	630
23 Jan 12	630
30 Jan 12	645
6 Feb 12	645
13 Feb 12	645
20 Feb 12	650
27 Feb 12	650
5 Mar 12	660
12 Mar 12	660
19 Mar 12	662.5
26 Mar 12	662.5
2 Apr 12	662.5



9 Apr 12	662.5
16 Apr 12	662.5
23 Apr 12	660
30 Apr 12	660
7 May 12	657.5
14 May 12	655
21 May 12	647.5
28 May 12	647.5
4 Jun 12	635
11 Jun 12	635
18 Jun 12	622.5
25 Jun 12	622.5
2 Jul 12	610
9 Jul 12	607.5
16 Jul 12	597.5
23 Jul 12	595
30 Jul 12	585
6 Aug 12	575
13 Aug 12	565
20 Aug 12	555
27 Aug 12	555
3 Sep 12	530
10 Sep 12	530

17 Sep 12	530
24 Sep 12	537.5
1 Oct 12	537.5
8 Oct 12	550
15 Oct 12	550
22 Oct 12	555
29 Oct 12	562.5
5 Nov 12	562.5
12 Nov 12	565
19 Nov 12	565
26 Nov 12	565
3 Dec 12	565
10 Dec 12	575
17 Dec 12	575
24 Dec 12	585
31 Dec 12	585
7 Jan 13	600
14 Jan 13	612.5
21 Jan 13	620
28 Jan 13	630
4 Feb 13	630
11 Feb 13	630
18 Feb 13	630

25 Feb 13	630
4 Mar 13	625
11 Mar 13	615
18 Mar 13	615
25 Mar 13	615
1 Apr 13	605
8 Apr 13	595
15 Apr 13	592.5
22 Apr 13	575
29 Apr 13	570
6 May 13	557.5
13 May 13	555
20 May 13	550
27 May 13	535
3 Jun 13	535
10 Jun 13	530
17 Jun 13	525
24 Jun 13	530
1 Jul 13	535
8 Jul 13	540
15 Jul 13	545
22 Jul 13	550
29 Jul 13	560

5 Aug 13	560
12 Aug 13	565
19 Aug 13	565
26 Aug 13	565
2 Sep 13	565
9 Sep 13	560
16 Sep 13	560
23 Sep 13	555
30 Sep 13	555
7 Oct 13	545
14 Oct 13	545
21 Oct 13	545
28 Oct 13	545
4 Nov 13	550
11 Nov 13	550
18 Nov 13	555
25 Nov 13	555
2 Dec 13	555
9 Dec 13	557
16 Dec 13	557
23 Dec 13	557
30 Dec 13	557
6 Jan 14	555

13 Jan 14	555
20 Jan 14	555
27 Jan 14	555
3 Feb 14	555
10 Feb 14	555
17 Feb 14	555
24 Feb 14	550
3 Mar 14	550
10 Mar 14	545
17 Mar 14	540
24 Mar 14	540
31 Mar 14	540
7 Apr 14	545
14 Apr 14	545
21 Apr 14	540
28 Apr 14	540
5 May 14	535
12 May 14	535
19 May 14	535
26 May 14	530
2 Jun 14	530
9 Jun 14	527.5
16 Jun 14	522.5

23 Jun 14	522.5
30 Jun 14	522.5
7 Jul 14	523.5
14 Jul 14	523.5
21 Jul 14	523.5
28 Jul 14	527.5
4 Aug 14	527.5
11 Aug 14	530.5
18 Aug 14	529.5
25 Aug 14	525.5
1 Sep 14	522.5
8 Sep 14	512.5
15 Sep 14	512.5
22 Sep 14	507.5
29 Sep 14	492.5
6 Oct 14	492.5
13 Oct 14	487.5
20 Oct 14	487.5
27 Oct 14	485
3 Nov 14	485
10 Nov 14	480
17 Nov 14	472.5
24 Nov 14	472.5

1 Dec 14	472.5
8 Dec 14	470.5
15 Dec 14	465.5
22 Dec 14	462.5
29 Dec 14	462.5
5 Jan 15	452.5
12 Jan 15	442.5
19 Jan 15	417.5
26 Jan 15	412.5
2 Feb 15	405
9 Feb 15	390
16 Feb 15	390
23 Feb 15	390
2 Mar 15	390
9 Mar 15	385
16 Mar 15	385
23 Mar 15	387.5
30 Mar 15	387.5
6 Apr 15	380
13 Apr 15	377.5
20 Apr 15	372.5
27 Apr 15	377.5
4 May 15	379

11 May 15	368.5
18 May 15	367
25 May 15	365
1 Jun 15	362.5
8 Jun 15	357.5
15 Jun 15	352.5
22 Jun 15	348.5
29 Jun 15	345
6 Jul 15	327.5
13 Jul 15	322.5
20 Jul 15	317.5
27 Jul 15	317.5
3 Aug 15	325
10 Aug 15	320
17 Aug 15	313
24 Aug 15	304
31 Aug 15	300.5
7 Sep 15	294.5
14 Sep 15	283.5
21 Sep 15	282.5
28 Sep 15	280
5 Oct 15	280
12 Oct 15	278



19 Oct 15	274.5
26 Oct 15	272.5
2 Nov 15	270.5
9 Nov 15	269
16 Nov 15	268
23 Nov 15	268
30 Nov 15	265.5
7 Dec 15	265
14 Dec 15	265.5
21 Dec 15	270.5
28 Dec 15	277.5
4 Jan 16	280.5
11 Jan 16	280.5
18 Jan 16	281
25 Jan 16	281
1 Feb 16	281
15 Feb 16	290
22 Feb 16	300.5
29 Feb 16	321.5
7 Mar 16	356.5
14 Mar 16	360.5
21 Mar 16	367.5
28 Mar 16	381.5

4 Apr 16	395.5
11 Apr 16	433
18 Apr 16	472.5
25 Apr 16	442.5
2 May 16	424
9 May 16	390.5
16 May 16	377.5
23 May 16	354
30 May 16	339.5
6 Jun 16	344
13 Jun 16	340.5
20 Jun 16	333
27 Jun 16	355.5
4 Jul 16	365.5
11 Jul 16	378.5
18 Jul 16	372.5
25 Jul 16	372.5
1 Aug 16	377
8 Aug 16	385.5
15 Aug 16	390.5
22 Aug 16	402
29 Aug 16	400.5
5 Sep 16	387

12 Sep 16	383
19 Sep 16	378
26 Sep 16	375.5
10 Oct 16	391.5
17 Oct 16	407.5
24 Oct 16	419
31 Oct 16	447.5
7 Nov 16	467.5
14 Nov 16	450.5
21 Nov 16	466.5
28 Nov 16	485.5
5 Dec 16	509
12 Dec 16	528
19 Dec 16	510.5
26 Dec 16	505.5
2 Jan 17	500.5
9 Jan 17	505.5
16 Jan 17	508
23 Jan 17	508
30 Jan 17	508
6 Feb 17	505.5
13 Feb 17	505.5
20 Feb 17	517

27 Feb 17	519
6 Mar 17	509.5
13 Mar 17	505.5
20 Mar 17	492
27 Mar 17	472.5
3 Apr 17	460
10 Apr 17	442.5
17 Apr 17	419
24 Apr 17	430
1 May 17	432.5
8 May 17	425
15 May 17	440
22 May 17	447.5
29 May 17	447
5 Jun 17	442.5
12 Jun 17	452.5
19 Jun 17	462.5
26 Jun 17	476.5
3 Jul 17	487
10 Jul 17	501.5
17 Jul 17	512.5
24 Jul 17	518
31 Jul 17	540

7 Aug 17	556
14 Aug 17	560
21 Aug 17	562
28 Aug 17	565
4 Sep 17	606
11 Sep 17	603
18 Sep 17	570
25 Sep 17	560
2 Oct 17	560
9 Oct 17	560
16 Oct 17	563.5
23 Oct 17	561
30 Oct 17	555
6 Nov 17	554
13 Nov 17	555
20 Nov 17	555.5
27 Nov 17	557
4 Dec 17	563

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN B

Pada lampiran B berisi data hasil peramalan yang dilakukan pada proses *testing* pada penelitian tugas akhir ini beserta nilai *MAPE* nya.

Periode	Forecast	MAPE
29 Apr 13	575.7193	1,4049%
6 May 13	572.8303	
13 May 13	557.9315	
20 May 13	557.593	
27 May 13	551.5871	
3 Jun 13	533.0762	
10 Jun 13	537.3384	
17 Jun 13	530.602	
24 Jun 13	525.4656	
1 Jul 13	533.5732	
8 Jul 13	538.0017	
15 Jul 13	543.0343	
22 Jul 13	548.0709	
29 Jul 13	553.1114	
5 Aug 13	563.9591	
12 Aug 13	561.859	
19 Aug 13	568.7679	

26 Aug 13	567.5327
2 Sep 13	567.9784
9 Sep 13	567.9784
16 Sep 13	561.9235
23 Sep 13	563.1344
30 Sep 13	556.7004
7 Oct 13	557.9659
14 Oct 13	545.0735
21 Oct 13	547.7511
28 Oct 13	547.3969
4 Nov 13	547.3969
11 Nov 13	553.5622
18 Nov 13	552.159
25 Nov 13	558.628
2 Dec 13	557.2819
9 Dec 13	557.6845
16 Dec 13	560.1126
23 Dec 13	559.5931
30 Dec 13	559.7429
6 Jan 14	559.7429
13 Jan 14	557.2958
20 Jan 14	557.8114
27 Jan 14	557.6845



3 Feb 14	557.6845
10 Feb 14	557.6845
17 Feb 14	557.6845
24 Feb 14	557.6845
3 Mar 14	551.4773
10 Mar 14	552.7987
17 Mar 14	546.2553
24 Mar 14	541.1792
31 Mar 14	542.471
7 Apr 14	542.257
14 Apr 14	548.4997
21 Apr 14	547.0386
28 Apr 14	541.035
5 May 14	542.471
12 May 14	535.817
19 May 14	537.3114
26 May 14	537.1202
2 Jun 14	530.602
9 Jun 14	532.1552
16 Jun 14	528.7132
23 Jun 14	522.8328
30 Jun 14	524.4276
7 Jul 14	524.2936

14 Jul 14	525.6127
21 Jul 14	525.2766
28 Jul 14	525.3189
4 Aug 14	530.5354
11 Aug 14	529.2082
18 Aug 14	533.308
25 Aug 14	531.0485
1 Sep 14	526.2339
8 Sep 14	523.4764
15 Sep 14	510.6533
22 Sep 14	514.1062
29 Sep 14	507.1802
6 Oct 14	487.3129
13 Oct 14	493.2456
20 Oct 14	486.4336
27 Oct 14	488.4796
3 Nov 14	484.9039
10 Nov 14	485.951
17 Nov 14	478.6718
24 Nov 14	469.5694
1 Dec 14	473.0381
8 Dec 14	473.2135
15 Dec 14	470.2521

22 Dec 14	463.6337
29 Dec 14	461.4087
5 Jan 15	462.9706
12 Jan 15	447.6869
19 Jan 15	436.5004
26 Jan 15	400.9021
2 Feb 15	406.4188
9 Feb 15	399.6397
16 Feb 15	379.0536
23 Feb 15	388.164
2 Mar 15	389.4744
9 Mar 15	389.4744
16 Mar 15	381.2234
23 Mar 15	384.0933
30 Mar 15	388.5283
6 Apr 15	387.0727
13 Apr 15	374.5241
20 Apr 15	374.6567
27 Apr 15	368.3834
4 May 15	379.7831
11 May 15	379.5488
18 May 15	360.9943
25 May 15	364.4431

1 Jun 15	362.8902
8 Jun 15	360.013
15 Jun 15	353.2878
22 Jun 15	348.0721
29 Jun 15	344.7604
6 Jul 15	341.7001
13 Jul 15	314.8503
20 Jul 15	317.1095
27 Jul 15	313.547
3 Aug 15	316.9177
10 Aug 15	329.4872
17 Aug 15	316.6495
24 Aug 15	307.8297
31 Aug 15	297.6658
7 Sep 15	297.8753
14 Sep 15	290.8913
21 Sep 15	277.1141
28 Sep 15	282.4062
5 Oct 15	279.6153
12 Oct 15	281.1573
19 Oct 15	278.0893
26 Oct 15	273.8198
2 Nov 15	272.8642

9 Nov 15	271.0598
16 Nov 15	269.9862
23 Nov 15	269.3852
30 Nov 15	270.0143
7 Dec 15	266.1806
14 Dec 15	266.9101
21 Dec 15	268.0193
28 Dec 15	275.435
4 Jan 16	283.2486
11 Jan 16	283.628
18 Jan 16	281.7562
25 Jan 16	282.4876
1 Feb 16	282.1832
15 Feb 16	282.1712
22 Feb 16	296.4108
29 Feb 16	307.4909
7 Mar 16	334.4683
14 Mar 16	375.9874
21 Mar 16	361.2267
28 Mar 16	371.4705
4 Apr 16	389.7228
11 Apr 16	403.3466
18 Apr 16	451.0181

25 Apr 16	481.8807
2 May 16	426.4045
9 May 16	408.5255
16 May 16	365.0276
23 May 16	363.2206
30 May 16	335.6677
6 Jun 16	326.0254
13 Jun 16	345.1651
20 Jun 16	337.7607
27 Jun 16	327.1384
4 Jul 16	368.9925
11 Jul 16	370.8507
18 Jul 16	386.1043
25 Jul 16	368.4534
1 Aug 16	371.4091
8 Aug 16	379.247
15 Aug 16	390.3817
22 Aug 16	393.2943
29 Aug 16	408.5936
5 Sep 16	399.4806
12 Sep 16	377.6042
19 Sep 16	378.5655
26 Sep 16	373.8216

10 Oct 16	372.8621
17 Oct 16	400.7597
24 Oct 16	416.0957
31 Oct 16	425.0061
7 Nov 16	460.9417
14 Nov 16	473.7113
21 Nov 16	442.2463
28 Nov 16	474.3323
5 Dec 16	492.4753
12 Dec 16	515.3699
19 Dec 16	531.2601
26 Dec 16	505.3941
2 Jan 17	504.542
9 Jan 17	499.8748
16 Jan 17	508.7628
23 Jan 17	510.0778
30 Jan 17	509.365
6 Feb 17	509.4445
13 Feb 17	505.9995
20 Feb 17	506.9308
27 Feb 17	522.1937
6 Mar 17	520.5174
13 Mar 17	507.6691

20 Mar 17	505.3614
27 Mar 17	487.47
3 Apr 17	462.8603
10 Apr 17	452.4268
17 Apr 17	431.8413
24 Apr 17	402.2796
1 May 17	434.6286
8 May 17	433.94
15 May 17	420.7117
22 May 17	448.0041
29 May 17	451.1508
5 Jun 17	447.0685
12 Jun 17	440.2538
19 Jun 17	457.8508
26 Jun 17	467.3891
3 Jul 17	482.7119
10 Jul 17	491.2242
17 Jul 17	507.03
24 Jul 17	516.1802
31 Jul 17	520.5227
7 Aug 17	546.4716
14 Aug 17	557.8204
21 Aug 17	561.5519



28 Aug 17	564.8701
4 Sep 17	568.2769
11 Sep 17	610.0995
18 Sep 17	598.6138
25 Sep 17	567.0988
2 Oct 17	559.9621
9 Oct 17	563.3191
16 Oct 17	562.831
23 Oct 17	567.007
30 Oct 17	563.1567
6 Nov 17	556.6126
13 Nov 17	556.7601
20 Nov 17	557.945
27 Nov 17	558.2219
4 Dec 17	559.9831

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN C

Pada lampiran C berisi data hasil peramalan selama satu tahun periode kedepannya pada penelitian tugas akhir ini.

Periode	Forecast
11 Dec 17	559.9831
18 Dec 17	567.0708
25 Dec 17	565.3774
01 Jan 18	563.2678
08 Jan 18	564.3725
15 Jan 18	559.7487
22 Jan 18	578.8294
29 Jan 18	557.0149
05 Feb 18	574.9895
12 Feb 18	558.2263
19 Feb 18	560.6836
26 Feb 18	561.1321
05 Mar 18	551.3289
12 Mar 18	563.9324
19 Mar 18	552.254
26 Mar 18	568.2017
02 Apr 18	558.7944
09 Apr 18	552.735

16 Apr 18	567.274
23 Apr 18	553.1705
30 Apr 18	555.936
07 May 18	555.2331
14 May 18	564.87
21 May 18	552.398
28 May 18	563.2935
04 Jun 18	563.4986
11 Jun 18	547.199
18 Jun 18	568.5989
25 Jun 18	553.7791
02 Jul 18	549.6833
09 Jul 18	565.223
16 Jul 18	551.5114
23 Jul 18	568.9377
30 Jul 18	559.9405
06 Aug 18	578.0595
13 Aug 18	554.982
20 Aug 18	561.3698
27 Aug 18	559.3151
03 Sep 18	549.9074
10 Sep 18	564.3286
17 Sep 18	553.7731

24 Sep 18	577.7561
01 Oct 18	544.7143
08 Oct 18	556.3835
15 Oct 18	542.9661
22 Oct 18	574.5814
29 Oct 18	543.802
05 Nov 18	564.8832
12 Nov 18	537.0595
19 Nov 18	533.677
26 Nov 18	542.145
03 Dec 18	551.1524
10 Dec 18	552.9482
17 Dec 18	556.6331
24 Dec 18	552.7972
31 Dec 18	556.3752